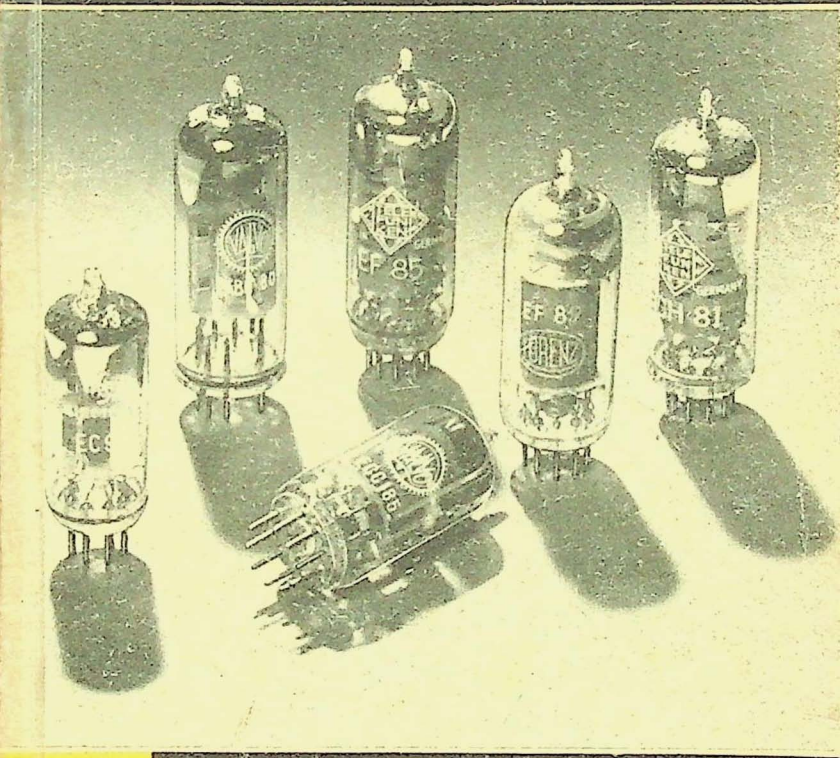
radio
PRAKTIKER
bücherei

DR. A. RENARDY

Die UKW-Röhren und ihre Schaltungen



2/2a

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN

radio PRAKTIKER bücherei

Leicht verständlich, aber technisch zuverlässig, inhaltreich und doch billig sind alle Bände dieser radio- und fernsehtechnischen Bücherei. Namhafte Autoren sind ihre Mitarbeiter, die sich diesem neuen Vorhaben in der richtigen Erkenntnis zur Verfügung stellten, daß es heute mehr denn je darauf ankommt, jedem einzelnen Interessenten, vor allem auch dem Lernenden, dem Schüler, Studenten und Lehrling, den Aufbau einer kleinen radiotechnischen Bibliothek zu ermöglichen. Deshalb wurden Umfang, Ausstattung und Preis so aufeinander abgestimmt, daß für den aufzuwendenden niedrigen Betrag ein Optimum an Wissensstoff und Unterlagen geboten werden kann.

Ausführliches Verzeichnis am Schluß des Heftes oder gratis durch den Buchhandel

Jede Nr. 64 Seiten
mit vielen Bildern

DIE NEUESTEN BÄNDE

Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure, II. Teil. **Nr. 66/67**
Von Ing. H. F. Steinhauser. Mit 52 Bildern.

Formelsammlung für den Radio-Praktiker. **Nr. 68/70**
Von Dipl.-Ing. Gg. Rose. Mit 170 Bildern. *

Bastelpraxis, Band I. Allgemeine Arbeitspraxis. **Nr. 71**
Von Werner W. Diefenbach. Mit 50 Bildern. *

Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen. **Nr. 72/73**
Von Karl Schultheiss. Mit 74 Bildern.

Einkreis-Empfänger. **Nr. 74**
Von H. Sutaner. Mit 65 Bildern.

So gleicht der Praktiker ab. **Nr. 75**
Von Ing. Otto Limann. Mit 45 Bildern. 2. u. 3. Aufl.

Bastelpraxis, Band II. Theoretische u. prakt. Grundlagen. **Nr. 76**
Von Werner W. Diefenbach. Mit 78 Bildern. *

Der Selbstbau von Meßgeräten für die Funkwerkstatt. **Nr. 77**
Von Ernst Nieder. Mit 29 Bildern.

Schwebungssummer. **Nr. 78**
Von Herbert Lennartz. Mit 42 Bildern.

Bastelpraxis. Band III. Prakt. Aufbau von einfachen Prüfgeräten und Empfängern vom Detektor bis zum Super **Nr. 79**
Von Werner W. Diefenbach. Mit 83 Bildern. *

Das Spulenbuch. **Nr. 80/80a**
Von H. Sutaner. Mit 78 Bildern, 14 Tab., 12 Nomogrammen.

Elektrische Grundlagen der Radiotechnik. **Nr. 81/83**
Von Ing. Kurt Leucht. Mit 149 Bildern u. vielen Tabellen. *

Fernsehantennen-Praxis. **Nr. 84**
Von Herbert G. Mende. Mit 38 Bildern und 7 Tabellen.

* Auch in Ganzleinen erhältlich.

Die UKW-Röhren und ihre Schaltungen

Von

Dr. A. RENARDY

Mit 62 Bildern, 46 Sockelschaltungen und 12 Tabellen

3. Auflage

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Heft 2/2a der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

3. Auflage des Buches „Rimlock- und Picoröhren und ihre Schaltungen"

Literaturverzeichnis

Bücher

L. Ratheiser, Röhren-Handbuch, Franzis-Verlag, München, 1955.

L. Ratheiser, Die Fernsehröhren und ihre Schaltungen, Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 39/40, Franzis-Verlag 1953

Ratheiser, Hönger, Hinke, Rundfunkröhren, Eigenschaften und Anwendung, Berlin-Grunewald 1949

Ratheiser, Hönger, Hinke, Reuber, Rundfunkröhren, Eigenschaften und Anwendung der neuen UKW-Röhren, Berlin-Grunewald 1951

J. F. Rider, S. D. Uslan, FM Transmission and Reception, 9. Aufl. New York 1949

Röhren-Taschentabelle, Franzis-Verlag München, 5. Aufl. 1956

H. Rothe, Herausgeber, Die Röhre im UKW-Empfänger, Teil I bis III, Franzis-Verlag, München 1952

Süddeutsche Apparate-Fabrik, Schaltungen mit Germaniumdioden, Nürnberg 1953

Zeitschriften und Firmenmitteilungen

D. Hopf, Neue Rundfunkempfängerröhren ECC 83, ECC 85, UCC 85, EF 89, UF 89, Funk-Technik 1954, Heft 3, Seite 68

W. Kausch, Die ECC 81 als Eingangs- und Mischröhre für UKW-Empfänger, Telefunken Röhrenmitteilungen 530 529

L. Ratheiser, Die additive, selbstoszillierende Pentoden-Mischstufe im UKW-Super, Österreichische Radioschau 1953, Heft 9, Seite 234

L. Ratheiser, Die selbstoszillierende additive Triodenmischstufe mit den Röhren EC 92/6 AB 4, Österreichische Radioschau 1953, Heft 3, Seite 70

R. Sittner, Der Zwischenfrequenzteil im Batteriegerät, Telefunken Röhrenmitteilungen 531 112, FUNKSCHAU 1954, Heft 7, Seite 131, Heft 9, Seite 178

H.-W. Selmke, Schaltungstechnik der additiven Mischstufe im UKW-Super, FUNKSCHAU 1952, Heft 5, Seite 83, Österreichische Radioschau 1953, Heft 9, Seite 238

R. Schiffel, Probleme der Röhren- und Schaltungstechnik in den Eingangsstufen von UKW-Empfängern, „Das DL-QTC" 1953, Hefte 11 und 12; Radiotechnik (Wien), Hefte 11 und 12 (1953). Auch als Sonderdruck erschienen.

1956

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 2, Luisenstraße 17

Vorwort zur 3. Auflage

Seit die erste Auflage des vorliegenden Bändchens der „Radio-Praktiker-Bücherei" unter dem Titel: „Rimlock- und Picoröhren und ihre Schaltungen" erschienen ist, sind nur fünf Jahre vergangen. Trotz dieser kurzen Zeitspanne ist die Entwicklung durch den UKW-FM-Rundfunk in einem solchen Maße vorangetrieben worden, daß für die Neuauflage ein völlig neuer Titel gewählt werden mußte, um der neuen Sachlage gerecht werden zu können. Ursprünglich nur als vierter Wellenbereich geplant, um den durch den Kopenhagener Wellenplan entstandenen Schwierigkeiten zu entgehen, hat sich der UKW-FM-Rundfunk zu einem tragenden Pfeiler der störungsfreien Rundfunkversorgung Deutschlands entwickelt, der den Rundfunkempfängern ein neues Gesicht gegeben hat. Dabei blieb es nicht allein bei neuen und verbesserten Eingangs- und Zf-Verstärkerschaltungen, sondern die Qualität der UKW-Übertragung hat auch die Niederfrequenzverstärker und die Wiedergabe durch Lautsprecher in einem Maße verbessert, wie man es zu Beginn nicht erwarten konnte.

Der in der ersten Ausgabe dieses Buches durchgeführte Plan, mit den Eigenschaften der Röhren weniger durch Kennlinienscharen und Kurven als durch Anwendungsbeispiele vertraut zu machen, hat sich bewährt; er wurde in der neuen Auflage beibehalten. Wer aus Interesse oder Notwendigkeit alle Unterlagen über Röhren braucht, sei auf die Veröffentlichungen der Hersteller und die RÖHREN-DOKUMENTE verwiesen, die als Beilage zur FUNKSCHAU erscheinen. Über Anwendungsbeispiele und Betriebsdaten hinaus macht der einleitende Teil mit den vielseitigen Anforderungen vertraut, die an Röhren im UKW-Teil von Rundfunkempfängern gestellt werden müssen.

Stolberg/Rheinland. Adolf Renardy

Inhalt

A. Einführender Teil 5

1. Anforderungen an UKW-Röhren 5
2. UHf-Vorverstärkung 7
3. Die Mischung bei UKW 14
4. Zf-Verstärkung 17
5. Die Frequenzdemodulation 25

B. Allgemeine schaltungstechnische Maßnahmen 26

Unterdrückung von Störstrahlung 29

C. UKW-Röhren 30

1. Batterie-Röhren 33
DAF 91; DAF 96 37
DC 90; DC 96 40
DF 91; DF 96; DF 97 42
DK 92; DK 96 44
DL 92; DL 94; DL 96 44

2. Netzröhren 49
EAA 91; HAA 91; UAA 91; EB 41; UB 41; EB 91 52
EABC 80; HABC 80; PABC 80; UABC 80 57
EBC 41; UBC 41 62
EBC 91; HBC 91 64
EBF 80; UBF 80 65
EC 92; UC 92 67
ECC 81 75
ECC 83 79
ECC 84; PCC 84 79
ECC 85; PCC 85; UCC 85 82
ECC 91 86
ECH 42; UCH 42; ECH 43; UCH 43 86
ECH 81; HCH 81; UCH 81 88
ECL 80 92
ECL 113 93
EF 41; UF 41 94
EF 42; UF 42 98
EF 43; UF 43 99
EF 80; UF 80 100
EF 85; UF 85 103
EF 86; EF 804; EF 804 S 106
EF 89; UF 89 107
EF 93; HF 93 108
EF 94; HF 94 112
EF 95 114
EF 96 114
EF 800 114
EF 802 114
EK 90; HK 90 115
EQ 80; UQ 80 116
PCF 80; PCF 82 118
Abstimmanzeigeröhren 119
Endröhren 121

A. Einführender Teil

1. Anforderungen an UKW-Röhren

Für den UKW-Rundfunk benutzt man das Band 87,5...100 MHz. Beim Fernsehrundfunk geht man sogar bis zu 216 MHz. Teilweise werden für beide Zwecke gleiche Röhren gebraucht. Es sind also Röhren notwendig, die noch Frequenzen bis über 200 MHz nennenswert verstärken. Auch der Zf-Verstärker eines UKW-Gerätes erfordert wegen der großen Bandbreite von 300...400 kHz hochverstärkende Röhren[1]).

Im UKW-Bereich sind die Kreiswiderstände viel kleiner als im Mittelwellenbereich. Bei einer Spulengüte von z. B. $Q = 100$ nennt **Tabelle 1** die Kreiswiderstände für die verschiedenen Wellenbereiche.

Tabelle 1: Kreiswiderstände

Bereich	f	λ	R_{res}
LW	150...300 kHz	2000...1000 m	193...408 kΩ
MW	500...1500 kHz	600...200 m	58...177 kΩ
KW	6...20 MHz	50...15 m	4,8...15,9 kΩ
UKW	87,5...100 MHz	3,42...3 m	7,05...7,65 kΩ

Parallel zum Kreiswiderstand liegt die Strecke Gitter—Katode der Röhre und damit der Röhren-Eingangswiderstand r_e. Je kürzer die Wellenlänge, desto mehr bestimmt r_e den resultierenden Gitterwiderstand. So ist z. B. bei der Röhre EF 14 der Wert r_e bei $f = 100$ MHz ca. 500 Ω groß und dämpft damit stark den Gitterkreis.

Der Eingangswiderstand r_e besteht aus zwei Faktoren, dem elektronischen Anteil r_{el} und dem Anteil der Katodeninduktivität r_L. Es ist $r_e = r_{el} \parallel r_L = k \frac{\lambda^2}{S}$ (1). k ist r_e bei $\lambda = 1$ m und $S = 1$ mA/V. r_e steigt also mit dem Quadrat der Wellenlänge an und fällt linear mit der Steilheit. Es ist

[1]) Die besonderen Fernseh-Spezialröhren sollen hier nicht behandelt werden. Wir verweisen diesbezüglich auf Band 39/40 der RPB: Die Fernsehröhren und ihre Schaltungen, von Ing. Ludwig Ratheiser.

$$r_{el} = \frac{10}{S_k\,(\omega\tau)^2} \quad (2) \qquad \text{und} \qquad r_L = \frac{1}{\omega^2\,S_k\,L_k\,c_{g/k}} \quad (3)$$

τ ist die Laufzeit der Elektronen. r_{el} und r_L sind im UKW-Gebiet schon deshalb klein, weil das unter dem Bruchstrich stehende $\omega^2 = (2\pi f)^2$ sehr groß ist. S_k kann man nicht klein halten, da man, um eine große Verstärkung zu erhalten, möglichst steile Röhren verwenden muß. Man muß also versuchen, eine kleine Laufzeit zu erzielen, damit r_{el} möglichst groß wird. Kleine Laufzeit erhält man durch einen möglichst kleinen Abstand Gitter—Katode und durch kleine Systeme. r_L wird groß, wenn $c_{g/k}$ und L_k klein sind. Kleine Systeme bedeuten zwar auch kleinere Kapazitäten, kleiner Abstand Gitter—Katode bedeutet aber Vergrößerung von $c_{g/k}$. Man muß also vor allem L_k klein halten. Röhren mit Quetschfuß und damit verbunden mit langen Elektrodenzuleitungen scheiden für UKW aus. Deshalb ging man zu Miniaturröhren mit Preßteller über.

Man kann auch die Katode doppelt hinausführen (s. **Bild 1**). Verbindet man beide Katodenstifte, so sind die Induktivitäten der Katodenzuleitungen parallel geschaltet und damit halbiert. Über die Katodeninduktivität sind Gitter- und Anodenkreis miteinander gekoppelt. Will man das vermeiden, so kann man den Gitterkreis an den einen, den Anodenkreis an den andern Katodenstift anschließen. **Bild 2 A** zeigt, wie sich durch die aus Anoden- und Schirmgitterkreis zur Katode zurückfließenden Ströme an der Selbstinduktion L der Katodenzuführung eine Spannung E_g ausbildet, die der Eingangsspan-

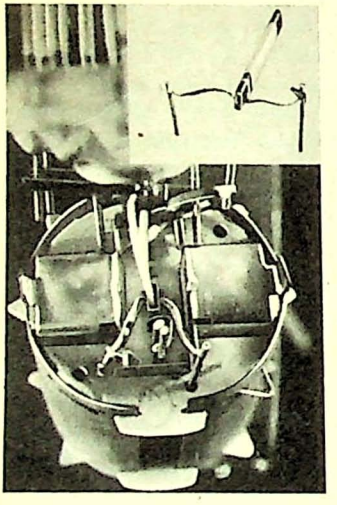


Bild 1. Die beiden Katodenzuführungen bei der EF 80 und EF 85

nung entgegengesetzt gerichtet ist. In **Bild 2 B** zeigt die doppelte Zuführung zur Katode die dadurch bewirkte Trennung der Ströme.

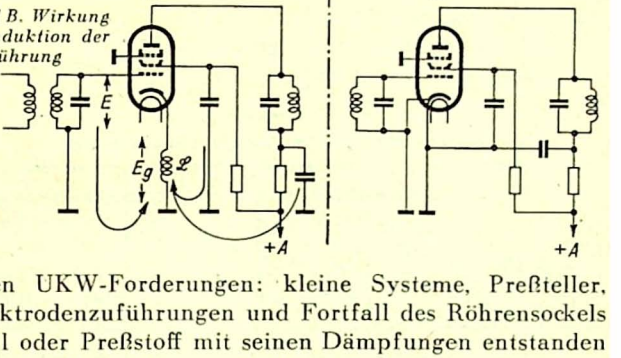


Bild 2 A und B. Wirkung der Selbstinduktion der Katodenzuführung

Aus den UKW-Forderungen: kleine Systeme, Preßteller, kurze Elektrodenzuführungen und Fortfall des Röhrensockels aus Metall oder Preßstoff mit seinen Dämpfungen entstanden die modernen Kleinröhren in Allglastechnik.

2. UHf-Vorverstärkung

Für UHf-Vorverstärkung sind, wie aufgezeigt, Röhren mit hohem Eingangswiderstand r_e erwünscht. r_e sinkt bei I_a = const. mit wachsender U_a und U_{g2}. Die beiden Bestandteile r_{el} und r_L kann man nicht für sich messen und voneinander trennen. Messen kann man nur r_e. Der wirksame Eingangswiderstand der Schaltung ist $R_E = R_{Kr} \parallel r_e$ (R_{Kr} = Kreiswiderstand) und sehr schaltungsbedingt. r_e wird in den Röhrendaten meist bei f = 100 MHz angegeben. Den Wert bei andern Wellenlängen kann man nach den Formeln berechnen

$$r_{e\,x} = \frac{r_{e\,(100\ MHz)} \cdot \lambda_x^2}{9} \quad \text{bzw.} \quad r_{e\,x} = \frac{10000\ r_{e\,(100\ MHz)}}{f_x^2} \tag{4}$$

Die Spannungsverstärkung einer Röhre beträgt

$$V = \mu \frac{R_a}{R_i + R_a} = S \frac{R_i \cdot R_a}{R_i + R_a} \tag{5}$$

und, da die Arbeitssteilheit

$$S_A = S \frac{R_i}{R_i + R_a}, \quad \text{ist} \quad V = S_A \cdot R_a. \tag{5a}$$

Bei UKW tritt an Stelle von R_a $\sqrt{r_e \cdot R_a}$, und die Formel für die Stufenverstärkung bei UKW lautet:

$$V_{Stuf} = \frac{S}{2} \sqrt{r_e \cdot R_a}. \qquad (6)$$

Hohe Steilheit und kleine Laufzeiten erreicht man durch Verkleinerung des Gitter-Katoden-Abstandes. Bei den moderden Röhren beträgt er nur noch Bruchteile eines Millimeters. Wie weit man dabei gekommen ist, zeigt **Tabelle 2:**

Tabelle 2

Abstand Gitter — Katode bei den Röhren

AF 7	400 µ	EC 81 = 6 R 4	125 µ	PCC 84 = 7 AN 7	120 µ
EL 41	250 µ	EC 92 = 6 AB 4	125 µ	ECC 91 = 6 J 6	100 µ
EF 14	160 µ	ECC 81 = 12 AT 7	125 µ	EC 80 = 6 Q 4	90 µ
ECC 82 = 12 AU 7	160 µ	EF 96 = 6 AG 5	125 µ	EF 95 = 6 AK 5	75 µ
EF 80 = 6 BX 6	125 µ	EF 85 = 6 BY 7	125 µ	5847 = WE 404 a	64 µ

In einer amerikanischen Tabelle, die sich allerdings nicht ganz mit den deutschen gemessenen Größen deckt, werden folgende Werte angegeben:

Type	Abstand g/k	Abstand g/a	Gitterwindungen pro cm	Gitterdraht
ECC 81 = 12 AT 7	76 µ	370 µ	61 Wdg.	51 µ
PCC 84 = 7 AN 7	70 µ	330 µ	58 Wdg.	37 µ
6 BQ 7 A	51 µ	430 µ	79 Wdg.	25,4 µ
6 AM 4	25,4 µ	203 µ	116 Wdg.	31,8 µ

Man kommt sogar zu noch kleineren Abständen Gitter—Katode herunter, als in der Tabelle angegeben, und zwar bis zu 15 µ, vor allem bei den Scheibenröhren. Hierbei wird aber der Aufwand so groß und damit werden die Röhren so teuer, daß man diese Röhren nur für Spezialzwecke einsetzen kann. Mit der Verkleinerung des Gitter-Katoden-Abstandes muß auch der Abstand der Gitterwindungen voneinander kleiner und der Gitterdraht dünner werden, wie aus der obenstehenden Tabelle hervorgeht. So ist der Gitterdraht der EF 95 beispielsweise nur noch 20 µ stark. Derart dünne Drähte biegen sich beim Erwärmen stark durch. Man muß deshalb die fertigen

Gitter vor dem Einbau glühen und recken oder sie spannen. Infolge der geringen Elektrodenabstände besteht außerdem die Gefahr der thermischen Gitteremission. Hiergegen werden die Steuergitter mancher Röhren, z. B. der EF 95, vergoldet.

Eine moderne Miniaturröhre ist ein Präzisionserzeugnis, das an die Fertigung große Anforderungen stellt. Trotzdem muß man mit relativ großen Streuungen rechnen. Beispielsweise darf bei einer Röhre mit einem Gitter-Katoden-Abstand von 0,2 mm dieser um höchstens 30 µ vom Nennabstand differieren, wenn eine Steilheitstoleranz von ± 20 % zugelassen ist.

Mit der Röhrenverstärkung wird zugleich auch das Röhrenrauschen verstärkt. Deshalb muß die UKW-Röhre einen möglichst kleinen Rauschwiderstand haben. Den Rauschwiderstand $r_{ä}$ kann man messen oder auch überschläglich berechnen. Der äquivalente Rauschwiderstand ist bei Trioden:

$$r_{ä} = \frac{2{,}5}{S\,\sigma} \qquad (7)$$

($r_{ä}$ in kΩ, S in mA/V). σ ist die Steuerschärfe; dieser Wert beträgt je nach Röhre 0,5...1. Als gutes Mittel kann man $\sigma = 0{,}83$ annehmen. Damit wird $r_{ä} = \frac{3}{S}$. Es muß eine hohe Steilheit bei niedrigem Anodenstrom angestrebt werden.

Bei Röhren mit mehreren Gittern kommt noch das Stromverteilungsrauschen hinzu. Bei Tetroden und Pentoden ist

$$r_{ä} = \frac{2{,}5}{S\,\sigma}\,\frac{I_a}{I_a+I_{g2}} + \frac{20}{S^2}\,\frac{I_a \cdot I_{g2}}{I_a+I_{g2}} = \frac{I_a}{I_k}\left(\frac{3}{S} + \frac{20\,I_{g2}}{S^2}\right). \qquad (8)$$

Bei Hexoden, Heptoden, Oktoden usw. tritt in diesen Formeln an Stelle von I_{g2} I_{g2+4} bzw. I_{g3+5}. Bei positivem Gitter tritt auch bei Trioden ein Stromverteilungsrauschen auf. Dann ist an Stelle von I_{g2} I_{g1} zu setzen.

Für Hochfrequenzverstärkung sind besonders geeignet Röhren mit einem guten $r_e/r_{ä}$-Verhältnis und Röhren, bei denen das Verhältnis $S\sqrt{r_e}$ besonders hoch ist. Den Fortschritt bei den modernen Röhren sieht man aus **Tabelle 3.** Im üblichen Rundfunkbereich verwendet man Pentoden zur Hochfrequenzverstärkung. Trioden haben einen kleinen Innen-

Tabelle 3. Hf-Pentoden. Werte in den üblichen Arbeitspunkten

Type	S mA/V	r_e (100 MHz) kΩ	$r_{ä}$ kΩ	$r_e/r_{ä}$	$S\sqrt{r_e}$
AF 7	2,1	1	5,2	0,19	2,1
ECH 81 (6 AJ 8)	2,4	1,6	8,5	0,19	3
EF 11	2,2	3,3	9	0,365	4
EF 12	2,1	3,3	5	0,66	3,8
EF 12 spez	1,7	6,5	5,2	1,25	4,3
EF 13	2,3	2	3	0,67	3,25
EF 14	7	0,5	1	0,5	5
EF 15	6	1,2	1,5	0,8	6,6
EF 41	2,2	5	6,5	0,77	4,9
EF 42	9	1,25	0,84	1,5	10
EF 43	6,4	2,3	1,7	1,35	9,7
EF 80 (6 BX 6)	6,8	3	1,2	2,5	11,7
EF 85 (6 BY 7)	6	3,5	1,5	2,3	11,2
EF 93 (6 BA 6)	4,4	1,3	3,7	0,35	5
EF 94 (6 AU 6)	5,2	1,3	3,4	0,38	5,9
EF 95 (6 AK 5)	5,1	7	1,8	3,9	13,5
EF 96 (6 AG 5)	5,1	3,4	1,7	2	9,4
EF 800	7,5	3	1	3	13
EF 802	8	3	1	3	13,8
E 180 F	16,5	2,2	0,46	4,8	24,4
RV 12 P 2000	1,5	7,2	4,5	1,6	4
6 AC 7	9	0,54	0,65	0,83	6,6

widerstand, und infolgedessen wird aus der Verstärkungsformel (5): $V \approx S \cdot R_i$, und die Verstärkung ist gering. Außerdem muß man bei der üblichen *Katodenbasisschaltung* die Gitter-Anoden-Kapazität neutralisieren. Bei Pentoden dagegen ist $R_i \gg R_a$. Damit wird $V \approx S \cdot R_a$. Es braucht nicht neutralisiert zu werden.

Bei UKW dagegen liegen die Dinge anders. Infolge der niedrigen Kreiswiderstände und Eingangswiderstände ist auch bei Trioden $R_a \ll R_i$, und es wird auch hier $V \approx S \cdot R_a$. Der äquivalente Rauschwiderstand ist bei Trioden aber bedeutend kleiner als bei Pentoden, und damit ist das $r_e/r_{ä}$-Verhältnis bedeutend besser. Auch das $S\sqrt{r_e}$-Verhältnis ist etwas günstiger (siehe **Tabelle 4**).

Tabelle 4

	r_e/r_{ii}	$S\sqrt{r_e}$
AF 7, Pentodenschaltung	0,19	2,1
Triodenschaltung	0,92	3,3
EF 95, Pentodenschaltung	4,85	10,1
Triodenschaltung	21	17
6 AC 7, Pentodenschaltung	0,83	6,6
Triodenschaltung	3	7,7

Bei der UHf-Verstärkung ist also die Triode der Pentode überlegen! Man muß aber die Gitter-Anoden-Kapazität neutralisieren (s. **Bild 3**). Am einfachsten gelingt dies, wenn man zwei Triodensysteme in Gegentakt schaltet (s. **Bild 4**). Die Neutrali-

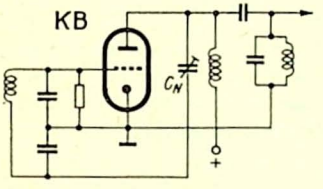


Bild 3. Katodenbasisschaltung

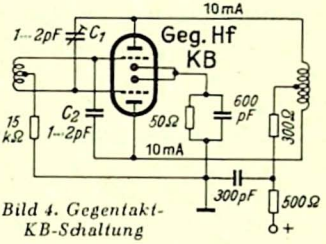


Bild 4. Gegentakt-KB-Schaltung

sierungskondensatoren C_1 und C_2 sind 1...2 pF groß zu machen. Es genügt, wenn man ein Stückchen Kupfer-Lack-Draht an das Steuergitter des einen und ein anderes an die Anode des zweiten Systems lötet, beide miteinander verdrillt und durch Verkürzen abgleicht. Eine solche UHf-Gegentaktschaltung hat noch den Vorteil, daß Eingangswiderstand und Ausgangswiderstand verdoppelt und die Eingangskapazität halbiert werden.

Besser ist es, wenn man keine Katodenbasisschaltung, sondern eine *Gitterbasisschaltung* anwendet (s. **Bild 5**). Die GB-Schaltung hat aber einen sehr kleinen Eingangswiderstand. Es ist $r_e \approx \frac{1}{S}$. Den Eingangskreis braucht man nicht abzustimmen, da er ja durch den niedrigen Eingangswiderstand stark gedämpft wird. Aus demselben Grunde kann man nicht mit

Tabelle 5
Trioden. Werte in den üblichen Arbeitspunkten.

Type	S mA/V	r_e (100 MHz) kΩ	$r_{ü}$ kΩ	$r_e/r_{ü}$	$S\sqrt{r_e}$
AF 7, Triodenschaltung	3	1,2	1,3	0,92	3,3
EC 80	12	0,7	0,3	2,3	10
EC 92, ECC 81	5	5	0,6	8,3	11,2
PCC 84	6,2	8	0,5	16	17,5
ECC 85, PCC 85, UCC 85	6	6	0,5	12	14,7
ECC 91 (6 J 6)	5,3	4,8	0,47	10,2	11,5
EF 95, Triodenschaltung	6	8	0,38	21	17
RV 12 P 2000, Triodenschalt.	1,8	8	2,6	3,1	5,1
6 AC 7, Triodenschaltung	10	0,6	0,2	3	7,7

einer Spannungserhöhung durch Aufschaukelung im Antennenkreis rechnen. Die Verstärkung der GB-Stufe ist

$$V = \frac{1 + \mu}{1 + \frac{R_i}{R_a}}, \tag{9}$$

also ein klein wenig größer als die einer KB-Stufe

$$V = \frac{\mu}{1 + \frac{R_i}{R_a}}. \tag{5 b}$$

Für GB-Schaltung sind Trioden mit hoher Steilheit und kleinem Durchgriff, wie die EC 92/ECC 81, ECC 85/PCC 85, besonders geeignet. Der Außenwiderstand muß dem Innenwiderstand angepaßt werden. Die Ausgangsimpedanz der Röhre ist $Z = R_i + \mu R_e$; R_e ist der gesamte Widerstand des Eingangs-

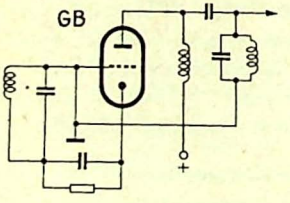


Bild 5. Gitterbasisschaltung

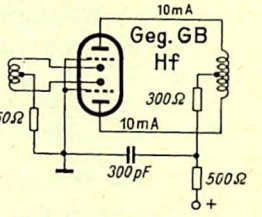


Bild 6. Gegentakt-GB-Schaltung

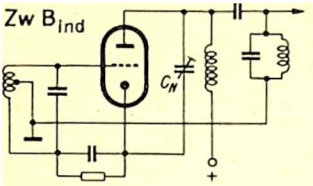


Bild 7. Zwischenbasisschaltung mit Anzapfung der Eingangskreisspule

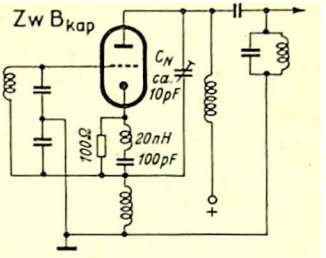


Bild 8 (rechts). Zwischenbasisschaltung mit kapazitivem Spannungsteiler

kreises in GB-Schaltung. Man kann auch mit der GB-Schaltung eine Gegentaktstufe aufbauen (s. **Bild 6**).

Bei Telefunken (von R. Cantz) wurde die *Zwischenbasisschaltung* entwickelt. Bei ihr ist der Anodenkreis weder am Gitter noch an der Katode, sondern an einem Punkt zwischen beiden angeschlossen. Man kann dazu an eine Anzapfung der Spule gehen (s. **Bild 7**) oder die Teilung kapazitiv vornehmen (s. **Bild 8**). Neutralisiert muß auch werden, die Neutralisation ist aber weniger kritisch als bei der KB-Schaltung. Bei kapazitiver Ankopplung erhält mart ein besseres Minimum für die Neutralisation, die Gefahr wilder Schwingungen ist aber größer. Die Neigung dazu kann man aber durch Einfügung einer R-L-C-Kombination nach Bild 8 in die Katodenleitung unterdrücken. Der Eingangswiderstand der Röhre ist höher als bei der GB-Schaltung. Man wählt am besten eine Anzapfung, bei der die Bandbreite des Kreises gerade so groß ist, wie sie gebraucht wird, um den ganzen UKW-Bereich zu überstreichen, ohne den Kreis besonders dämpfen zu müssen. Das ist bei einer Anzapfung von 0,2 (von der Katode aus gerechnet) der Fall. Dann ist bei der EC 92 bzw. ECC 81 $r_e \approx 1{,}2$ kΩ gegenüber 250 Ω bei der GB-Schaltung. Die Bandbreite Δf ist 8,5 MHz. Auch eine Mittelanzapfung bringt noch gute Ergebnisse: $r_e \approx$ 500 Ω, $\Delta f = 20$ MHz.

Sehr beliebt ist auch die Schaltung einer GB-Stufe hinter einer KB-Stufe, die *Cascodeschaltung* genannt wird **(Bild 9)**. Der niedrige Eingangswiderstand der GB-Stufe ist zugleich der Außenwiderstand der KB-Stufe; infolgedessen ist die Verstärkung dieser Stufe $V \approx 1$. Als Eingangswiderstand der

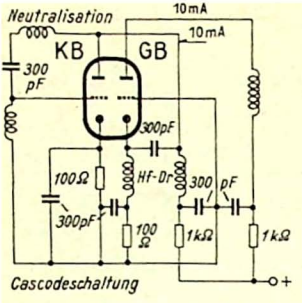


Bild 9. Cascodeschaltung

Cascodeschaltung ist der hohe Eingangswiderstand der KB-Stufe wirksam. $c_{g/a}$ braucht nicht neutralisiert zu werden. Es empfiehlt sich aber eine kleine, unkritische Neutralisation, um einen kleinen Rauschfaktor zu erzielen (siehe Bild 9). Der Eingangskreis braucht nicht abgestimmt zu werden, da praktisch keine Verstärkung der KB-Stufe vorhanden ist. Die Gesamtverstärkung der Cascodeschaltung ist $V \approx S \cdot R_a$, entspricht also der einer Pentode.

3. Die Mischung bei UKW

Während man für AM-Empfang multiplikativ mit einer Triode-Hexode bzw. einer Triode-Heptode mischt, kommt die multiplikative Mischung für UKW nicht in Frage. Der Rauschwiderstand ist gegenüber additiver Mischung eine Größenordnung höher, der Eingangswiderstand ist geringer, und auch die Mischsteilheit und damit die Mischverstärkung ist bedeutend kleiner. Aus diesen Gründen kommt für UKW nur die additive Mischung in Betracht.

Tabelle 6
Vergleich von Mischröhren

	S_c mA/V	r_e (100 MHz) kΩ	$r_{\ddot{a}}$ kΩ	$U_{osz\,eff}$ Volt	I_{g1} µA
ECH 81, multiplikativ	0,775	1,2	70	8,5	200
ECH 81, additiv, R_{g1} = 1 MΩ	1,0	7	3	4	5,5
ECH 81, „ R_{g1} = 30 kΩ	1,2	5	8	5	190
EC 92, „ R_{g1} = 1 MΩ	2,1	10	1,8	2,6	4,2
EC 92, „ R_{g1} = 20 kΩ	2,3	6	8,5	3	190
ECC 85, „ R_{g1} = 1 MΩ	2,3	15	1,4	3	

Man schaltet die Röhre am besten als selbstschwingende Mischröhre. Aus der **Tabelle 6** ist zu ersehen, daß die EC 92 die doppelte Mischsteilheit und damit Mischverstärkung gegen-

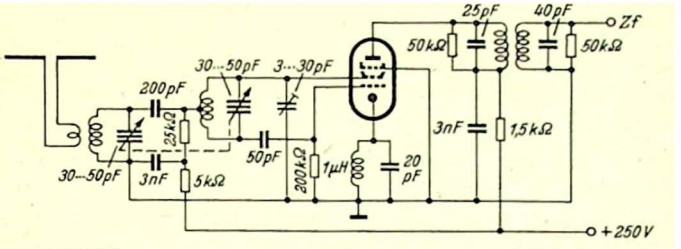


Bild 10. Selbstschwingende additive Mischstufe

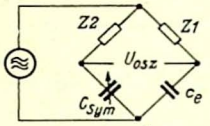


Bild 11 (links). Die Brückenschaltung bei additiver Mischung. Z 1 und Z 2 = 1 und 2 in Bild 12 und 13

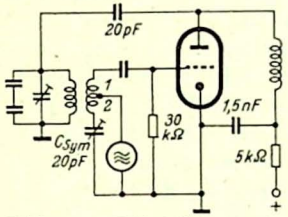


Bild 12. Selbstschwingende Mischröhre mit induktiver Einkopplung der Hochfrequenz

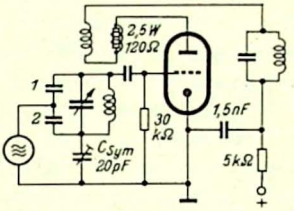


Bild 13. Selbstschwingende Mischröhre mit kapazitiver Einkopplung der Hochfrequenz

über der ECH 81 hat. Noch etwas günstiger liegt die ECC 85. Bei Verwendung eines hohen Gitterwiderstandes ist der Gitterstrom klein, und damit ist der Rauschwiderstand niedriger als bei kleinem Gitterwiderstand. Das ist wesentlich, wenn die Mischröhre die Eingangsröhre ist. Ist eine Hf-Röhre vorgeschaltet, so kann man auch mit einem kleinen Gitterwiderstand arbeiten. Die Gefahr des Überschwingens ist dann geringer.

Man kann sowohl Trioden als auch Pentoden zur additiven Mischung benutzen. Im letzteren Fall legt man den Oszillatorkreis zwischen Schirmgitter und Steuergitter, während man die Zwischenfrequenz an der Anode abnimmt **(Bild 10)**. Der Oszillator arbeitet hierbei in Colpittsschaltung. Es ist eigentlich auch hierbei ein Triodensystem, das schwingt (k, g1, g2). Bei Trioden ist der Innenwiderstand niedrig; durch die Anodenrückwirkung wird er noch weiter verkleinert. Durch Ein-

fügung eines Symmetrierungskondensators kann man eine Zf-Rückkopplung einführen und den Innenwiderstand erhöhen und die Verstärkung vergrößern. Es entsteht eine Brückenschaltung **(Bild 11)**. Triodenmischung verlangt sorgfältigen Abgleich der Zf-Entdämpfung mit Meßgeräten.

Bei additiver Mischschaltung besteht die Gefahr, daß der Oszillator über die Antenne ausstrahlt, da sowohl die Hf-Spannung als auch die Oszillatorspannung am Steuergitter stehen. Deshalb muß man die Hochfrequenz an den neutralen Punkt des Oszillatorkreises zuführen, entweder an die Mittenanzapfung der Spule **(Bild 12)** oder an einen kapazitiven Spannungsteiler **(Bild 13)**. Pentoden haben einen größeren Rauschwiderstand und ein schlechteres $r_e/r_{ä}$-Verhältnis als Trioden. Trotzdem empfiehlt sich für den Selbstbau die Pentodenmischung, da hierbei kein sorgfältiger Abgleich einer Brückenschaltung notwendig ist. Den Katodenkondensator (Bild 10) wählt man sehr klein (ca. 20 pF). Hierdurch tritt eine gewisse Entdämpfung und damit eine Vergrößerung des Eingangswiderstandes auf. Man kann die Mischstufe auch mit Katodenrückkopplung aufbauen **(Bild 14)**. Es genügt eine einzige Rückkopplungswindung in jeder Katodenleitung. Der Kondensator C_k (50 pF) dient zum Brückenabgleich. Eine nähere Beschreibung dieser Schaltung siehe bei der EF 80. Der äquivalente Rauschwiderstand ist bei additiver, selbstschwingender Mischstufe mit Trioden

$$r_{ä} \approx \frac{12 \ldots 13}{S_{max}} \tag{10}$$

mit Pentoden

$$r_{ä} \approx \frac{10}{S_{max}} \left(1{,}3 + \frac{8\, I_{g2}}{I_k} \frac{I_{a\,max}}{S_{max}}\right) \tag{11}$$

$$\approx \frac{30 \ldots 70}{S_{max}} \tag{11a}$$

S_{max} ist die Steilheit im Punkt der höchsten Aussteuerung.

Der Eingangswiderstand r_e ist bei additiver Mischstufe höher als bei multiplikativer Mischstufe und als bei Geradeausverstärkung. Bei multiplikativer Mischung bleibt die Steilheit des Steuergitters, die für die Höhe von r_e bestimmend ist, unbe-

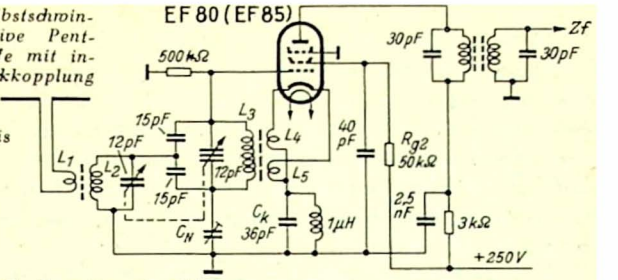
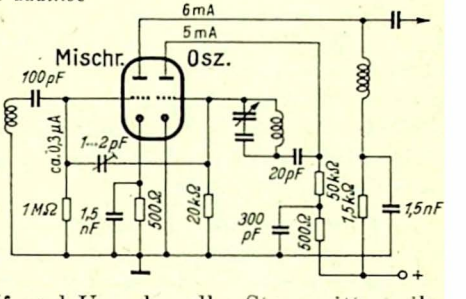


Bild 14. Selbstschwingende additive Pentodenmischstufe mit induktiver Rückkopplung vom Katoden- auf den Gitterkreis

Rechts: Bild 15. Fremderregte additive Mischstufe



einflußt von der Oszillatoramplitude, für deren Steilheit ja ein anderes Steuergitter maßgebend ist. Bei additiver Mischung dagegen stellt sich die Steilheit nach der Größe der Oszillatoramplitude ein, da für UHf und U_{osz} dasselbe Steuergitter gilt. Bei additiver Mischung ist also S_{eff} in die Formeln für r_e einzusetzen. Da dieses viel kleiner ist als die statische Steilheit, ist der Eingangswiderstand viel größer.

Additive Mischstufen kann man auch mit Fremderregung aufbauen. Das geschieht vor allem bei Fernsehschaltungen. Hierzu nimmt man am besten Doppeltrioden **(Bild 15).** Die Einkopplung der Oszillatoramplitude ans Gitter der Mischröhre geschieht über einen kleinen Kondensator von 1...2 pF.

Es empfiehlt sich, um eine Ausstrahlung der Oszillatoramplitude in die Antenne möglichst zu unterbinden, vor die Mischstufe eine Hf-Stufe zu setzen und beide in einem Kästchen zusammenzubauen. Diese abgeschirmte Einheit dient dann nur für UKW-Empfang; für AM-Empfang wird eine ECH 81 in üblicher multiplikativer Mischschaltung verwendet.

4. Zf-Verstärkung

Bei AM-Empfang wird eine Zwischenfrequenz um 470 kHz verwendet, bei UKW-FM-Empfang meist eine solche von

10,7 MHz. Die Bandbreite im Zf-Teil beträgt bei FM 200...250 kHz. Eine solche Bandbreite kann man nur erhalten, wenn man die Zf-Kreise stark dämpft. Damit setzt man aber den Außenwiderstand der Zf-Röhre und ihre Verstärkung herab. Um noch zu einigermaßen brauchbaren Verstärkungen zu kommen, muß man Röhren mit großer Steilheit verwenden. Für die Zf-Verstärkung kommen Pentoden, Hexoden und Heptoden in Betracht.

Die Verstärkung ist nach Formel (5a) $V = S_A \cdot R_a$. Da kein ohmscher Außenwiderstand vorliegt, ist $S_A = S$ und damit $V = S \cdot R_a$. Die Verstärkung wird begrenzt a) durch das zu übertragende Frequenzband, b) durch die Kapazitätsstreuungen, die bei Röhrenwechsel eintreten, und c) durch die Rückwirkung über die Gitter-Anoden-Kapazität. Die drei Bedingungen sind voneinander unabhängig und müssen deshalb getrennt betrachtet werden.

R_a besteht aus der Parallelschaltung des Resonanzwiderstandes des Anodenkreises bzw. Bandfilters R_{res} mit dem Eingangswiderstand r_{eII} und dem Gitterableitwiderstand R_{gIII} der folgenden Röhre. r_{eII} beträgt bei 10,7 MHz 40...400 kΩ, also ein Mehrfaches von R_{res} und kann meist unberücksichtigt bleiben. Um die erforderliche große Bandbreite bei FM zu erhalten, ist es meist notwendig, den Zf-Kreis zu bedämpfen. Das geschieht am einfachsten, indem man den Gitterableitwiderstand der folgenden Stufe R_{gIII} entsprechend dimensioniert. Man berechnet ihn nach der Formel $R_{gIII} = \frac{R_{res} \cdot R_a}{R_{res} - R_a}$. Zu beachten ist aber, daß der Gitterableitwiderstand nur mit $^1/_4$...$^1/_5$ seines Wertes eingesetzt werden darf, wenn die folgende Röhre ohne besondere Gittervorspannung betrieben wird und die Gitterspannung sich allein durch den Spannungsabfall des Gitterstromes am Gitterableitwiderstand einstellt. Gerade bei FM wird die letzte Zf-Röhre meist ohne Gittervorspannung betrieben, damit durch den Gitterstrom eine Amplitudenbegrenzung eintritt.

Es ist $$R_{res} = \frac{1}{2\pi f_{res} \cdot C_p} \frac{1}{d}, \qquad (12)$$

wobei bei FM $f_{res} = 10{,}7$ MHz ist. Weiterhin ist

$$\frac{1}{d} = Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{v}.$$

Bei Resonanznähe ist die Doppelverstimmung $v = \frac{B}{f_{res}}$.

Damit wird $R_{res} = \frac{1}{2\pi\, B\, C_p}$ (13) und $V = \frac{159\ S}{B \cdot C_p}$ (14)

(S in mA/V, R_{res} in kΩ, B in MHz, C_p in pF).

B ist die Bandbreite, der Abstand der Grenzfrequenzen, bei denen gegenüber dem Maximum ein Abfall von 3 db = 30% auftritt. Die wirksame Parallelkapazität ist $C_p = c_e + c_a + C_{sch}$ (C_{sch} = durch Schaltung, Röhrensockel usw. bedingte zusätzliche Kapazitäten). Da die Bandbreite gegeben ist, muß man Röhren mit möglichst kleinem c_e und c_a verwenden und durch sorgfältige Leitungsführung, gutes Material der Röhrenfassungen usw. für möglichst kleine Schaltkapazität und Verluste sorgen. Das S/c-Verhältnis ist nach der Formel (14) ein Maßstab für die Eignung einer Röhre im Zf-Breitbandverstärker.

Die notwendige Bandbreite B ergibt sich aus dem maximalen Frequenzhub (± 75 kHz), der maximalen Modulationsfrequenz (± 15 kHz) und der maximalen Oszillatorwanderung nach dem Einschalten (± 10 kHz) zu ± 100 kHz = 200 kHz. Bei der Festsetzung der Bandbreite muß man aber noch die mögliche Kapazitätsänderung Δc_e und Δc_a bei Röhrenwechsel berücksichtigen und mit je ± 0,3 pF in Rechnung stellen. Damit tritt eine Verstimmung

$$\Delta f_c = \pm \frac{1}{2} \frac{\Delta c}{C_p} \cdot f_{res} \qquad (15)$$

ein, und die Bandbreite wird $B' = B + 2\Delta f_c$, die Doppelverstimmung

$$v = d = \frac{B + 2\Delta f_c}{f_{res}} \qquad (16)$$

In Formel (15) ist $\Delta c = \Delta c_e + \Delta c_a$. C_{sch} kann kaum kleiner als 6 pF gemacht werden, so daß, wenn $c_e + c_a \approx 11$ pF ist,

$\Delta f_c = \frac{0{,}6 \cdot 10{,}7 \cdot 10^6}{2 \cdot 17} = \pm 189$ kHz und damit $B' = 578$ kHz ist. Liegt dem Anodenkreis dagegen noch eine Abstimmkapazität parallel, beispielsweise 30 pF, so verringert sich Δf_c auf $\frac{0{,}6 \cdot 10.7 \cdot 10^6}{2 \cdot 47} = \pm 68$ kHz und B' auf 436 kHz. Die notwendige Dämpfung ergibt sich beispielsweise bei der EF 85 im ersten Falle nach Formel (16) zu 5,4%, im zweiten Falle zu 3,14% und damit die mögliche Verstärkung im ersten Falle zu 97, im zweiten Falle zu 68,5. In **Tabelle 7** sind die für die Zf-Verstärkung wichtigsten Werte der einzelnen Röhren gegenübergestellt.

Wenn man die Formel (14) umformt:

$$VB = \frac{159\,S}{c_e + c_a}, \tag{17}$$

so findet man, daß das Produkt VB (in den USA wird es GB genannt) eine Röhreneigenschaft ist, die wohl vom Arbeitspunkt, nicht aber von der Schaltung abhängt, und Auskunft über die Breitbandeigenschaften der Röhren gibt. Bei einer gegebenen Bandbreite kann die Verstärkung nie den durch $\frac{VB}{B}$ gegebenen Wert überschreiten. Setzt man den Wert von C_p aus Formel (15) in die Formel (12) ein, so erhält man

$$V = \frac{S \cdot \Delta f_c}{\pi \cdot f_{res}^2 \cdot \Delta c\, d} \tag{18}$$

Das ist die zweite Grenze der Verstärkung; sie ist durch die mögliche Kapazitätsänderung gegeben.

Vor allem muß man aber auch den Einfluß der Gitter-Anoden-Kapazität auf die Verstärkung beachten. Über $c_{g/a}$ tritt Selbsterregung ein, wenn der Faktor $S\, R_{res}^2\, \omega\, c_{g/a}' \geqq 2$ bei Einzelkreisen bzw. $\geqq 0{,}8$ bei kritisch gekoppelten Bandfiltern ist. Die Kapazität der Röhrenfassung berücksichtigt man hierbei, indem man $c_{g/a}'$ um 2 mpF (bei Novalröhren) bzw. 3 mpF (bei Miniaturröhren) größer ansetzt als $c_{g/a}$. Die Zf-Stufen müssen mit vierfacher Sicherheit aufgebaut werden. Hieraus ergibt sich bei Zf = 10,7 MHz der höchstzulässige Resonanzwiderstand bzw. die höchstzulässige Ver-

Tabelle 7 Vergleiche an Zf-Röhren

Typ	S mA/V	r_e (10,7 MHz) kΩ	c_e pF	c_a pF	$c_{g1/a}$ mpF	S/c	VB (GB) MHz	$\sqrt{\frac{1}{S\, c_{g/a}\,(+\,2\,pF)}}$
AF 7	2,1	87	6,4	7,6	3	0,15	24	0,34
E 180 F	16,5	174	7,9	2,9	30	1,53	244	0.043
EAF 42	2		4,5	5,1	2	0,208	33,3	0,35
EBF 15	5		8	5,8	3,5	0,36	57	0,19
EBF 80	2,2		4,2	4,9	2,5	0,242	38,7	0,32
ECF 12	2	300	5	5	2	0,2	32	0,35
ECH 81	2,4	140	4.8	7,9	6	0,19	30	0,23
EF 11	2,2	290	6,1	6,5	2	0,174	28	0,34
EF 12	2,1	290	6,5	6,5	2	0,162	26	0,345
EF 12 spez	1,7	565	5,2	4,5	7	0,175	28	0,25
EF 13	2,3	173	6,3	7,8	5	0,163	26	0,25
EF 14	7	43,5	9	8	10	0,41	65,5	0,11
EF 15	6	104	9,5	6,5	5	0,375	60	0,155
EF 41	2,2	435	5,3	5,9	2	0,196	31	0,33
EF 42	8,5	109	9,4	4,3	6	0,7	112	0,12
EF 43	6,4	200	9,5	4,5	6	0,456	73	0,14
EF 80	7,1	260	7,5	3,3	7	0,657	105	0,156
EF 85	6	300	6,9	3,7	7	0,6	94	0,135
EF 89	3,6	240	5,3	5,5	2	0,34	54	0,26
EF 93	4,4	113	5,5	5	2	0,42	67	0,21
EF 94	5,2	113	5,5	5	3,5	0,495	79	0,17
EF 95	5,1	160	4	2,2	20	0,82	131	0,094
EF 96	5,1	147	6,5	1,8	25	0,615	147	0,085
EF 800	7,5	260	8,1	3,4	7	0,65	104	0,148
EF 802	8	260	7,2	1,8	20	0,891	142	0,075
PCF 80	6,2	350	5,5	3,8	25	0,67	106	0,086
PCF 82	5,2	480	5	2,6	10	0,69	110	0,26
RV 12 P 2000	1,5	610	3	2,85	5	0,255	41	0,0975
RV 12 P 2001	1,4	950	2,8	2,9	5	0,245	39	0,1
RV 12 P 3000	10	47	9,5	8	50	0,57	91	0,044
6 AC 7	9	47	11	5	15	0,56	89,5	0,081
18042	9	87	8,8	3,6	15	0,725	116	0,081
18045/18046	11	70	11,5	6,5	20	0,61	97	0,067

stärkung bei Einzelkreisen zu

$$R_{res} \leqq 86 \sqrt{\frac{1}{S \cdot c_{g/a'}}},\quad V \leqq 86\ S \sqrt{\frac{1}{S \cdot c_{g/a'}}} \qquad (19)$$

bei Bandfiltern

$$R_{res} \leqq 54{,}5 \sqrt{\frac{1}{S \cdot c_{g/a'}}},\quad V \leqq 54{,}5\ S \sqrt{\frac{1}{S \cdot c_{g/a'}}} \qquad (20)$$

Will man eine höhere Verstärkung, so muß man die Zf-Stufe neutralisieren. Früher baute man die Neutrodynestufe entweder nach **Bild 16** (Anodenneutralisation) oder nach **Bild 17** (Gitterneutralisation) auf. **Bild 18** zeigt die entste-

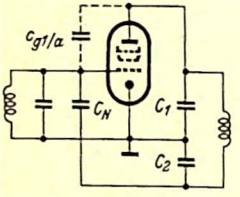


Bild 16. Anodenneutralisation

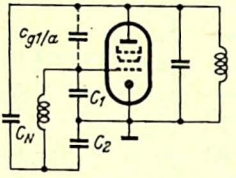


Bild 17. Gitterneutralisation

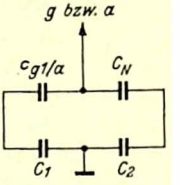


Bild 18. Brückenschaltung zu Bild 16 und 17

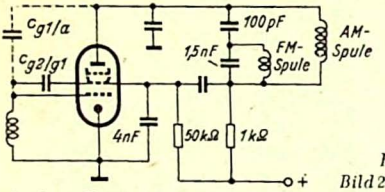
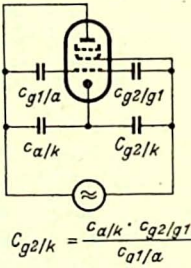


Bild 19. Neutralisation der Gitter-Anoden-Kapazität einer Zf-Pentode durch richtige Dimensionierung des Schirmgitterkondensators

Rechts: Bild 20. Brückenschaltung zu Bild 19



hende Brückenschaltung. Es ist $C_1 : C_2 = c_{g/a} : C_N$. Da C_N kaum kleiner als 1...2 pF gemacht werden kann, muß $C_1 : C_2 = 1 : 200$ (EF 85) ... $1 : 800$ (EF 89) sein. Eine vollkommene Neutralisation gelingt aber bei einem solchen Mißverhältnis beider Kapazitäten nicht. Es gibt jedoch einen Ausweg: die Schirmgitterneutralisation **(Bild 19).** Hier braucht man keine zusätzlichen Schaltmittel, sondern benutzt den Schirmgitterkondensator zum Neutralisieren (Brückenschaltung

Bild 20). Es muß $C_{g2/k} = \frac{C_{a/k} \cdot C_{g2/g1}}{C_{g1/a}}$ sein. Bei dieser Neutralisation liegt eine zur Anodenspannung gegenphasige Zf-Spannung am Schirmgitter und wirkt über $c_{g2/g1}$ auf das Steuergitter. Die Verstärkung kann aber trotz Neutralisation nie größer werden, als sich aus VB bzw. den Formeln (14) und (18) ergibt. Der Brückenabgleich ist aber bei FM und AM verschieden. Diesen Nachteil vermeidet man, wenn man eine Schirmgitterneutralisation mit doppelter Spannungsteilung anwendet. — Bei der ECH 81 kann man die Rückwirkungskapazität C_{aH+aT} neutralisieren, indem man einen Trimmer von etwa 20 pF zwischen 2. Bandfilter und Oszillatorkreis schaltet und hiermit abgleicht **(Bild 21).**

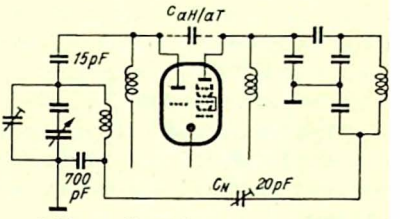


Bild 21. Neutralisation der Kapazität Anode Heptode — Anode Triode der ECH 81

Die Kopplung zwischen zwei Zf-Stufen oder zur Zf-Stufe kann über gegenseitig verstimmte Einzelkreise (bei Bild-Zf-Verstärkern üblich) oder auch durch Bandfilter (bei UKW üblich) erfolgen.

Da zur Zf-Verstärkung bei AM und FM dieselben Röhren verwendet werden, muß man hier Regelröhren einsetzen. Am häufigsten wurde früher die steile Regelpentode EF 85/UF 85 benutzt. Bei einer Zwischenfrequenz von 470 kHz liefert sie eine etwa 300fache Spannungsverstärkung, so daß für AM meist eine einzige Zf-Stufe genügt. Die Schirmgitter der EF 85 und der ECH 81 können über einen gemeinsamen Schirmgitter-Vorwiderstand gespeist werden. Die Regelkennlinien der EF 85 und der ECH 81 sind so aufeinander abgestimmt, daß die ECH 81 schneller geregelt wird als die EF 85 und auch bei großer Hf-Spannung die Modulationsverzerrungen in der EF 85 gering bleiben. Bei FM ist eine größere Zf-Verstärkung notwendig. Die Spannung am Ladeblock des Verhältnisdetektors muß größer als 6 V sein, damit er gut begrenzt. Die vorhergehende Treiberröhre (letzte Zf-

Stufe) muß also eine Anodenwechselspannung von mindestens 10 V eff. haben. Bei billigen Geräten, ohne Vorstufe, wird eine Antennenempfindlichkeit von etwa 50 µV, bei Spitzengeräten mit Hf-Vorstufe eine solche von 3...5 µV verlangt. Das bedeutet, daß man eine etwa 5000fache Zf-Verstärkung gebraucht. In neuerer Zeit wird die EF 89 (UF 89) sehr viel in der Zf-Stufe verwendet. Obwohl die maximal mögliche Verstärkung der EF 85 höher ist, hat in der Praxis unter Berücksichtigung der Schwinggefahr und bei 4facher Sicherheit die EF 89 eine höhere Verstärkung (da hier der Außenwiderstand höher sein kann), wie aus der Tabelle 8 zu ersehen ist.

In Tabelle 8 sind die interessierenden Werte der wichtigsten Zf-Regelpentoden — zuzüglich der EF 80 — aufgeführt.

Tabelle 8. Werte der wichtigsten Zf-Röhren, U_b = 250 V.

Röhrentyp	U_{g1} V	S mA/V	Δf_c (kHz)		d (%)		max. Verstärkg.		
			a	b	a	b	a	b	c
EBF 80	—2	2,2	± 222	± 71	6	3,2	36	22,5	38
ECH 81	—2	2,4	± 172	± 66	5,1	3,1	37	22	29,5
EF 41	—2,5	2,2	± 170	± 65	5	3,1	34	21,5	40,5
	0	3	± 170	± 65	5	3,1	50	29	47
EF 80	—3,5	6,8	± 190	± 68	5,4	3,14	111	69	47,5
EF 85	—2	6	± 189	± 68	5,4	3,14	97	68,5	44,5
	0	8	± 189	± 68	5,4	3,14	130	81	51,5
EF 89	—2	3,6	± 190	± 68	5,4	3,14	59	36,5	51,5
	—1	4	± 190	± 68	5,4	3,14	65	40,5	54,5
	0	5,15	± 190	± 68	5,4	3,14	84	52	61,5
EF 93	—1,5	3,7	± 195	± 69	5,5	3,16	60,5	37,5	47
	—1	4,4	± 195	± 69	5,5	3,16	72	44,5	51
	0	5,3	± 195	± 69	5,5	3,16	87	53	56

Im Betriebsfall a) wird die Kreiskapazität allein durch die Röhren- und Schaltkapazitäten gebildet, im Betriebsfall b) ist der Bandfilterspule ein Kondensator von 30 pF parallel geschaltet. Δf_c ist die durch die Streuung der Röhrenkapazitäten bewirkte Frequenzänderung, die zur Bandbreite hinzuzurechnen ist, und d ist die durch die erweiterte Bandbreite bewirkte Dämpfung bzw. Verstimmung. Bei der Verstärkung ist bei a und b die durch die Kapazitätsstreuungen bedingte maximale Verstärkung angegeben, und bei c) findet man die ohne Neutralisierung mögliche Verstärkung (vierfache Sicherheit).

Man kann daraus ersehen, daß man eine 5000fache Verstärkung mit einer EF 85 und einer EF 89 oder EF 93 erhält, also zwei Zf-Stufen gebraucht, sofern man sie neutralisiert. Dabei darf man dem Bandfilter aber keine größeren Kapazitäten parallel schalten, höchstens 10...15 pF. Will man 30 pF oder mehr als Abstimmkapazität nehmen, so muß man eine Stufe mehr nehmen. Moderne Spitzenempfänger haben deshalb auch oft 3 Zf-Stufen bei FM und 2 Zf-Stufen bei AM. Als zusätzliche Zf-Stufe bei FM nimmt man meist das Heptodensystem der ECH 81, das ja bei FM frei ist, da das Triodensystem als selbsterregte Mischröhre verwendet wird. Meist schaltet man es wegen der einfacheren Leitungsführung als 1. Zf-Röhre.

Als letzte Röhre nimmt man gern eine nicht allzu steile Röhre, z. B. die EF 89 oder EF 93. Diese Stufe hat dann zu gleicher Zeit eine Begrenzerwirkung, da sie trotz der hier schon großen Zf-Amplituden ohne besondere Gittervorspannung betrieben wird. Der hierbei fließende Gitterstrom schneidet die Amplitudenspitzen ab und vervollkommnet damit die Begrenzerwirkung des Verhältnisdetektors.

5. Die Frequenzdemodulation

Für die Amplitudendemodulation wird ausschließlich die Diodengleichrichtung angewandt. Während vor einigen Jahren noch verschiedene Frequenzdemodulationsarten üblich waren — Foster-Seeley-Detektor, Verhältnisgleichrichter, φ-Gleichrichter, Flankengleichrichter —, hat sich auch hier eindeutig eine Art, der Verhältnisgleichrichter oder Ratiodetektor, durchgesetzt. Nur einige wenige Geräte haben eine verbesserte Form des Flankengleichrichters. Der φ-Gleichrichter mit der EQ 80 wird nur noch manchmal beim Fernsehempfänger verwendet; beim AM-FM-Super dagegen ist er völlig verschwunden. Die Nachteile desselben sind: Das Stromverteilungsrauschen ist stärker, denn bei FM gibt es drei, bei AM sogar 5 Schirmgitter. Der Umschaltaufwand von FM auf AM ist erheblich. Bei FM liegt Gitter 1 an Katode, Gitter 3 und 5 sind Eingangsgitter. Bei AM dagegen ist Gitter 1 Eingangsgitter, Gitter 3 und 4 liegen mit Gitter 2, 4 und 6 an positiver Spannung. Für die EQ 80 ist, da das Eingangssignal der

EQ 80 ≧ 8 V eff sein muß, eine hohe Zf-Amplitude notwendig, wodurch evtl. eine Zf-Stufe mehr gebraucht wird.

Die Wirkungsweise des Verhältnisdetektors ist ausführlich bei der EAA 91 beschrieben.

98% aller deutschen AM-FM-Super haben die EABC 80, von der die Duodiode als Verhältnisgleichrichter, die dritte, hochohmige Diode zur AM-Gleichrichtung und die Triode zur Nf-Vorverstärkung benutzt werden. Eine Verzögerungsspannung für den Einsatz der Schwundregelung kann man bei der EABC 80 nicht erhalten. Man kann aber eine solche dadurch gewinnen, daß man das Bremsgitter der EF 85 an die Regelspannungsleitung anschließt und ihm eine entsprechende Vorspannung erteilt. (Schaltungsbeispiele für die Verwendung siehe bei der EABC 80.)

B. Allgemeine schaltungstechnische Maßnahmen

Die beim UKW-FM-Rundfunk verwendeten Frequenzen um 100 MHz, entsprechend einer Wellenlänge um 3 m, bedingen eine Reihe schaltungstechnischer Maßnahmen, die bei Empfängern für die klassischen Rundfunkbänder nicht erforderlich sind. Eine Faustregel besagt, daß in einem Empfänger und besonders innerhalb eines Schwingkreises keine Leitung länger sein soll als der hundertste Teil der Wellenlänge. Während diese Regel bei Mittel- und Langwellenempfängern kaum der Beachtung bedarf, besagt sie beim UKW-Empfänger, daß die Hochfrequenz führenden, die sogenannten heißen Leitungen, nicht länger als 3 cm sein dürfen. Als Folge dieser Beschränkung ergibt sich die Notwendigkeit, alle Schaltelemente mit kürzesten Verbindungen unmittelbar um die Röhrenfassungen anzuordnen, so daß sich ein Bild ähnlich dem einer Traube ergibt.

Bestimmte Leitungen können aber nicht so kurz gehalten werden. Dazu zählen in erster Linie alle Stromversorgungswege für Heiz- und Anodenstrom. Auf ihnen können sich nicht nur stehende Wellen ausbilden, die die elektrischen Zustände völlig unübersichtlich machen würden, sondern sie können auch Hochfrequenz von einer Empfängerstufe zur anderen leiten und dadurch Anlaß zu unerwünschten Kopp-

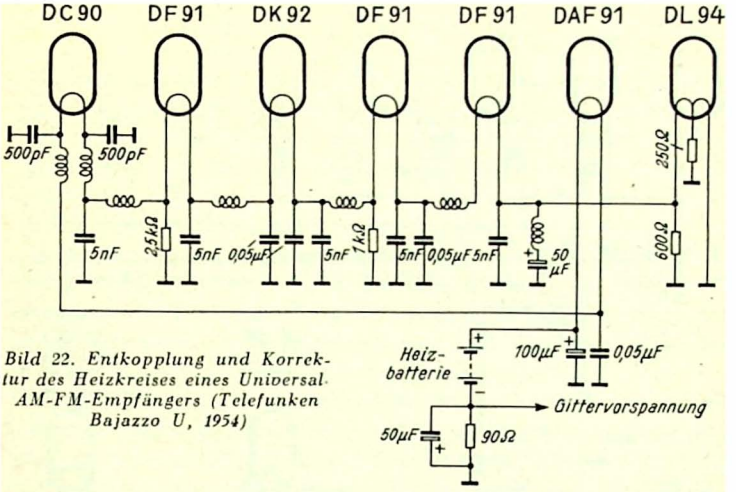


Bild 22. Entkopplung und Korrektur des Heizkreises eines Universal-AM-FM-Empfängers (Telefunken Bajazzo U, 1954)

lungen sein. Darum müssen beim UKW-Empfänger auch die Leitungen von der Heizwicklung des Transformators und vom Netzteil zu den einzelnen Stufen in den Kreis der Betrachtungen einbezogen und sorgfältig entkoppelt werden.

Die Notwendigkeit solcher Entkopplungsmaßnahmen läßt die Schaltung des Heizkreises von Kofferempfängern **(Bild 22)** klar erkennen. Im Gegensatz zu indirekt geheizten Röhren ist der Heizfaden von Batterieröhren zugleich Katode. Ergibt sich dann noch die Notwendigkeit, alle Heizfäden eines Empfängers in Reihe zu schalten, wie es bei den tragbaren Netz-Batterie-Geräten regelmäßig der Fall ist, so würde sich der Anodenkreis einer jeden Röhre auf dem Umweg über die Katoden anderer Röhren schließen, wenn nicht durch Drosseln und Kondensatoren eine unmittelbare Verbindung mit dem Chassis gegeben wäre. Außerdem würde der Heizstrom jeder Röhre um Teile des Anodenstromes der anderen vergrößert werden. Durch Widerstände zwischen bestimmten Punkten des Heizkreises und dem Chassis erfährt der Heizstrom Korrekturen, so daß die Heizfäden der Röhren nicht durch große Ströme gefährdet werden. Solche Korrekturen sind um so notwendiger, je kleiner der vorgesehene Heiz-

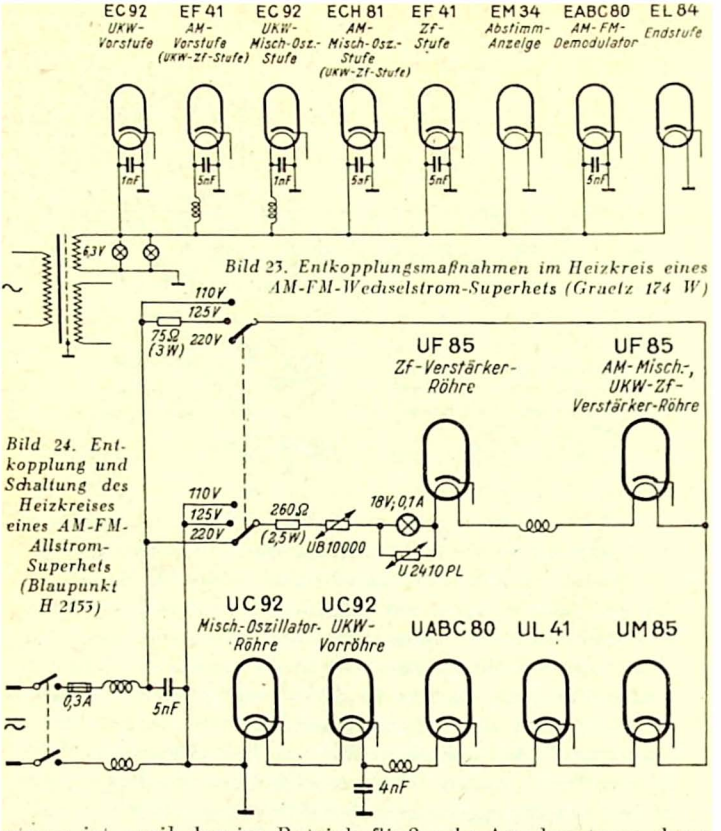


Bild 23. Entkopplungsmaßnahmen im Heizkreis eines AM-FM-Wechselstrom-Superhets (Graetz 174 W)

Bild 24. Entkopplung und Schaltung des Heizkreises eines AM-FM-Allstrom-Superhets (Blaupunkt H 2153)

strom ist, weil der im Betrieb fließende Anodenstrom dann einen immer größeren Prozentsatz des zulässigen Heizstroms ausmacht. Bei der Serie der D-96-Batterieröhren ist daher die Korrektur des Heizstromes noch nötiger als bei der D-91-Serie.

Bei den indirekt geheizten Allstrom- und Wechselstromröhren ist die Gefahr der Verkopplung nicht so groß, weil Heizfaden und Katode galvanisch getrennt sind und nur noch durch die unvermeidbare Kapazität hochfrequenzmäßig miteinander in Verbindung stehen. Trotzdem verlangt diese

Kapazität, die z. B. bei der Triode EC 92 = 2,3 pF beträgt, sorgfältige Entkopplung der zu dieser Röhre führenden Heizleitungen durch Drosseln und Kondensatoren. Ein Beispiel dafür gibt der Heizkreis eines Großsupers nach **Bild 23.** Hier sind die Heizleitungen zur selbstschwingenden Mischröhre EC 92 und zur ersten UKW-Zf-Röhre EF 41 durch Drosseln und Kondensatoren, die Zwischenfrequenz führenden mit Kondensatoren entkoppelt.

Ähnlich, durch die Serienschaltung der Heizfäden aber etwas komplizierter, liegen die Verhältnisse bei Allstromempfängern **(Bild 24).** Durch die Lage der UKW-Röhren im Heizkreis wird in Verbindung mit Drosseln und Kondensatoren die erforderliche Entkopplung erreicht.

Ebenso wie die Heizstromleitungen würden die Anodenstromleitungen die Empfängerstufen miteinander verkoppeln und zu unkontrollierbaren Schwingungen führen. Um dem entgegenzutreten, wird in jede Abzweigung von der gemeinsamen Anodenstromleitung ein Widerstand von 1...2 kΩ gelegt, auf den ein Kondensator von 1000...50000 pF zum Chassis folgt. Solche Kondensatoren müssen aber hinreichend induktionsfrei sein, damit sie ihren Zweck erfüllen können. Diese Hf-Siebglieder haben nicht nur zu größerer Stabilität bei UKW-Empfang geführt, sondern wirken sich auch bei den anderen Empfangsbereichen günstig aus.

Unterdrückung von Störstrahlung

Seit dem Jahre 1953 müssen beim Entwurf von AM-FM-Empfängern Gesichtspunkte berücksichtigt werden, die man bis dahin nicht gekannt hat. Um Störungen des Fernsehens zu vermeiden, darf die erste Harmonische des UKW-Oszillators nur noch mit einer geringen Spannung an die Antenne gelangen. Bei einem Empfangsbereich von 87,5 bis 100 MHz schwingt der Oszillator des Empfängers im Bereich 98,2 bis 110,7 MHz. Die ersten Harmonischen fallen mit 196,4 bis 221,4 MHz in die Fernsehbänder 4 bis 7 und können dort das Bild erheblich stören. Darum war eine Beschränkung dieser Störstrahlung unbedingt erforderlich. Konstruktiv ist das Problem in der verschiedensten Weise gelöst worden.

Durch Brückenschaltungen des Oszillators und sorgfältige Symmetrierung gelangt nur ein geringer Teil der Oszillatorspannung an den Vorkreis, der seinerseits durch eine Vorstufe von der Antenne getrennt sein kann. Ebenso wirksam hat sich aber die sorgfältige Anordnung und Auswahl der Chassisanschlußpunkte innerhalb des Aufbaues erwiesen. Die Röhrenentwicklung ist insofern beeinflußt worden, als sich die Kapazität zwischen den Anoden der Doppeltriode ECC 81 mit 0,4 pF als zu groß erwies; durch diese Kapazität gelangte eine zu hohe Hf-Spannung von der selbstschwingenden Mischtriode zu dem als Vorröhren dienenden Triodensystem. Die Doppeltriode ECC 85 mit einer Kapazität von 0,04 pF zwischen den beiden Anoden verspricht in dieser Beziehung wesentlich günstigere Ergebnisse zumal dann, wenn die Vorröhre als Gitterbasisstufe geschaltet ist.

Jedenfalls hat die Unterdrückung der Störstrahlung die Schaltungstechnik der UKW-Teile der Rundfunkempfänger sehr stark beeinflußt. Die Gerätehersteller geben sehr oft allen Empfängern einer Serie ein und denselben UKW-Teil, der unter Berücksichtigung der genannten Gesichtspunkte entworfen und als selbständige Schaltungseinheit in einem besonderen abgeschirmten Gehäuse untergebracht wird.

C. UKW-Röhren

Es bereitet einige Schwierigkeiten, unter den zahlreichen Röhrentypen des europäischen Marktes die UKW-Röhren eindeutig zu bestimmen. Viele von ihnen finden in den verschiedensten Empfängerarten Verwendung; andere sind für einen bestimmten Zweck entwickelt worden und haben sich für einen anderen als besonders günstig erwiesen. Die Verhältnisse werden dadurch nicht übersichtlicher, daß es Fernsehempfänger gibt, deren Tonteil auch für den Empfang des UKW-FM-Rundfunks eingerichtet ist, wie es umgekehrt Zusätze für Rundfunkempfänger gibt, die lediglich zum Empfang des Fernsehtons dienen.

Unter UKW-Röhren sollen hier solche verstanden werden, die in Rundfunkempfängern mit UKW-Teil anzutreffen sind.

In der Hauptsache handelt es sich dabei um Röhren, die den besonderen Erfordernissen der hohen Frequenzen angepaßt sind, aber auch um solche, die überwiegend der Zf-Verstärkung und der Demodulation dienen. Der Vollständigkeit halber sind aber auch Röhren angeführt, die eindeutig der Niederfrequenzverstärkung dienen.

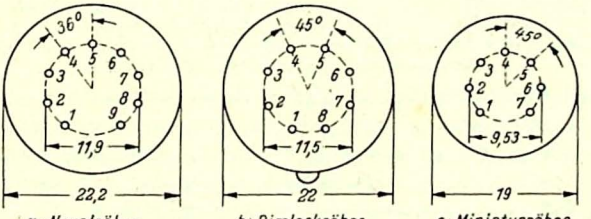
Vor allem verdienen die drei Serien in Allglastechnik Beachtung:

Tabelle 9. Arten für Allglas-Kleinröhren.

Bezeichnung	Kolben-Ø	Zahl der Stifte	Teilkreis-Ø
Novalröhren (Pico-9-Röhren)	22,2 mm	9	11,9 mm
Rimlockröhren (Pico-8-Röhr.)	22 mm	8	11,5 mm
Miniaturröhren (Pico-7-Röhr.)	19 mm	7	9,53 mm

Miniaturröhren (= Pico 7) haben sieben Sockelstifte, die auf einem in acht gleiche Sektoren geteilten Kreis sitzen, von denen der achte unbesetzt ist, wodurch eindeutig erkennbar ist, wie die Röhre in die Fassung gesetzt werden muß **(Bild 25 c)**.

Rimlockröhren (= Pico 8) haben acht Stifte, die gleichmäßig auf einem Kreis sitzen. Zur richtigen Führung der Röhre in die Fassung ist am Röhrenkörper eine Warze vorgesehen, die anfangs Bestandteil eines das untere Ende der Röhre umfassenden Metallreifens war, mehr und mehr aber durch eine Glaswarze am verdickten unteren Ende der Röhre ersetzt wird, wobei der Metallreifen fortgelassen wird **(Bild 25 b)**.



a) Novalröhre (Pico 9) b) Rimlockröhre (Pico 8) c) Miniaturröhre (Pico 7)

Bild 25. Stiftanordnung bei den modernen sockellosen Röhren

Tabelle 10. Sockelangaben und maximale Kolbenabmessungen der Röhren. Bei den Sockeln sind die Bezeichnungen der Röhrentaschentabelle zugrunde gelegt, bei den Kolbenabmessungen die Kolbenformen nach **Bild 26.**

Type	Sockel	Form	a mm	b mm	Type	Sockel	Form	a mm	b mm
DAF 91	Mi 3	1	41	54	ECL 80	No 18	2	54	67
DAF 96	Mi 3	1	41	54	EF 80	No 7	2	54	67
DC 90	Mi 24	1	41	54	EF 85	No 7	2	54	67
DC 96	Mi 24	1	41	54	EF 89	No 10	2	48	61
DF 91	Mi 1	1	41	54	EF 93	Mi 28	1	41	54
DF 96	Mi 1	1	41	54	EF 94	Mi 28	1	41	54
DF 97	Mi 63	1	41	54	EK 90	Mi 31	1	41	54
DK 92	Mi 21	1	41	54	EL 41	Ri 4	4	62	76
DK 96	Mi 21	1	41	54	EL 42	Ri 4	3	46	60
DL 92	Mi 2	1	41	54	EL 84	No 20	2	64	78
DL 94	Mi 5	1	41	54	EL 90	Mi 30	1	54	67
DL 96	Mi 5	1	41	54	EM 80	No 54	2	52	68
EAA 91	Mi 19	1	41	54	EM 85	No 19	2	53,5	66,7
EABC 80	No 16	2	54	67	EZ 80	No 27	2	54	67
EB 41	Ri 21	3	48	61	PCC 84	No 26	2	43	56
EB 91	Mi 19	1	41	54	PCF 80	No 55	2	43	56
EBC 91	Mi 6	1	41	54	PCF 82	No 55	2	43	56
EBF 80	No 5	2	54	67	PCL 81	No 21	2	64	78
EC 92	Mi 27	1	41	54	PL 81	No 22	spez.		82
ECC 81	No 15	2	43	56	PL 82	No 20	2	64	78
ECC 83	No 15	2	43	56	PY 82	No 28	2	64	78
ECC 85	No 53	2	43	56	UL 41	Ri 4	4	62	76
ECH 81	No 17	2	54	67					

Die entsprechenden U-Röhren haben gleiche Sockelschaltung und Kolbenabmessungen wie die E-Röhren. Durch die Normung der Kolbenabmessungen haben sich bei einigen Röhren die obengenannten Werte teilweise geringfügig geändert.

Novalröhren (= Pico 9) haben neun Sockelstifte, die auf einem in zehn gleiche Teile geteilten Kreisumfang sitzen, von denen der zehnte unbesetzt ist. Ebenso wie bei den Miniaturröhren wird dadurch unzweideutig festgelegt, wie die Röhre in die Fassung eingesetzt werden muß **(Bild 25 a).**

Aus der ersten Zeit des UKW-FM-Rundfunks stammen Telefunken-Stahlröhren, die eigens für diesen Zweck entwickelt

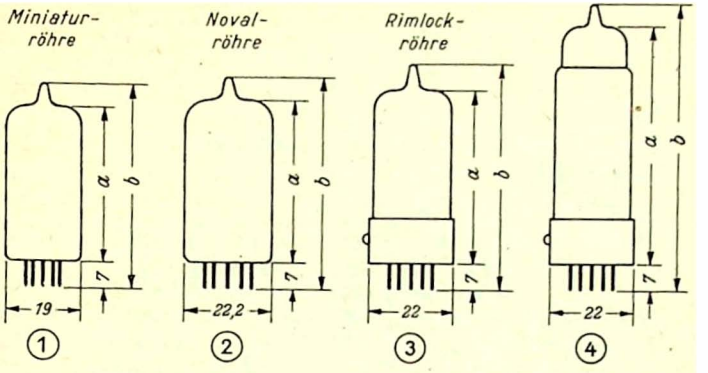


Bild 26. Maximale Kolbenabmessungen der Röhren nach Tabelle 10

worden sind, heute aber nur noch zur Ersatzbestückung hergestellt werden. Fernsehröhren der P-Serie, die im vorliegenden Zusammenhang zu behandeln sind, gehören nach ihrer äußerlichen Erscheinung entweder zur Miniatur- oder zur Novalserie. Über die äußeren Abmessungen der Röhren geben **Tabelle 10** und **Bild 26** Aufschluß.

1. Batterie-Röhren

In steigendem Maße werden tragbare Empfänger auch mit einem Bereich zum Empfang des UKW-FM-Rundfunks ausgestattet. Diese Entwicklung ist durch die Schaffung der Triode DC 90 eingeleitet worden, die das Problem der Mischung und Erzeugung der Überlagerungsfrequenz für diese Empfängerart gelöst hat. Daneben spielt die Größe des Heizstroms eine bedeutende Rolle, weil die Röhren aus Batterien oder kleinen Akkumulatoren gespeist werden müssen. Ursprünglich betrug der Heizstrom bei 1,4 V 50 mA, doch kommt eine neuere Serie von Batterieröhren bei der gleichen Spannung mit 25 mA aus. So bestehen nebeneinander zwei verschiedene Serien von Batterieröhren, eine mit einem Heizstrom von 50 mA (DAF 91, DC 90, DK 92, DF 91, DL 92, DL 94) und eine zweite mit einem Heizstrom von 25 mA (DAF 96, DC 96, DF 96, DF 97, DK 96, DL 96). Sofern es sich um reine Batteriegeräte handelt, bei denen die

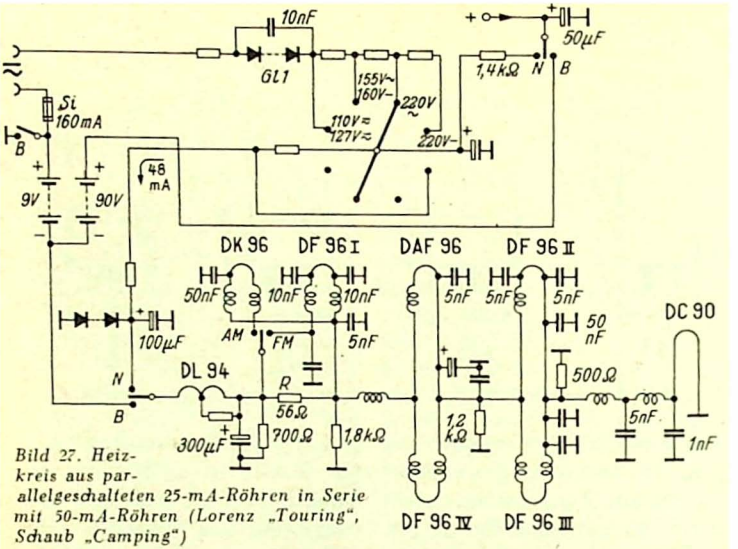


Bild 27. Heizkreis aus parallelgeschalteten 25-mA-Röhren in Serie mit 50-mA-Röhren (Lorenz „Touring", Schaub „Camping")

Heizfäden der Röhren parallelgeschaltet an der Heizstromquelle liegen, können Röhren verschieden großer Heizströme gemischt verwendet werden.

Bei Serienheizung, wie sie regelmäßig bei solchen Geräten verwendet wird, die nicht nur aus einer Heizbatterie, sondern auch aus dem Netz betrieben werden sollen, ist es selbstverständlich nicht möglich, Röhren beider Serien gemischt zu verwenden. Die Heizdaten der 96er-Serie sind aber derart auf diejenigen der anderen Serie abgestimmt, daß zwei parallelgeschaltete Röhren der 96er-Serie die Heizdaten einer Röhre der anderen Serie besitzen. Durch geschickte Schaltung des Heizkreises kann eine Röhre mit $I_f = 50$ mA in Reihe mit Ketten von je zwei 96er-Röhren verwendet werden. Als Beispiel dafür zeigt **Bild 27** Netzteil und Heizkreis der Empfänger Lorenz-Touring und Schaub-Camping, bei denen je zwei von sechs 96er-Röhren parallelgeschaltet mit den Röhren DC 90 und DL 94 in Reihe liegen. Es wird auch die Verwendung der Endpentode DL 96 in Triodenschaltung als selbstschwingende Mischröhre empfohlen.

Die Heizung der Batterieröhren erfordert einige Aufmerksamkeit. Bei reinen Batterieempfängern sind die Heizfäden der Röhren parallel geschaltet. Die Angaben der folgenden technischen Daten gelten für diesen Fall.

Die höchstzulässige Spannung der Heizbatterie für längeren Betrieb beträgt 1,5 V, die zulässige Minimalspannung 1,1 V. Natürlich sinken auch Anodenstrom und Steilheit, wenn man die Röhren mit 1,1 V betreibt (etwa um 20...30%), man kann aber damit rechnen, daß der Empfänger auch bei einer solchen Spannung noch arbeitsfähig bleibt. Die höchstzulässige Einschaltspannung bei neuen Batterien beträgt 1,65 V. Innerhalb einer halben Stunde Betrieb muß die Batteriespannung aber auf 1,5 V abgesunken sein. Aus dieser Spannungstoleranz ergibt sich, daß man als Heizquelle sowohl Trockenbatterien (1,4...1,5 V) als auch Nickel-Kadmium-Sammler (1,2 V) und Silber-Cäsium-Sammler benutzen darf. Auch Parallelheizung aus einem Netztransformator mit Gleichrichter ist zulässig, wenn die gleichgerichtete Betriebsspannung 1,4 V beträgt und der Innenwiderstand der Stromquelle klein gegenüber dem Widerstand der parallelgeschalteten Heizfäden ist. Benutzt man einen Bleiakku als Heizquelle, so muß man einen Vorwiderstand in die Heizleitung legen, wobei man zu seiner Berechnung für den Akku 2 Volt und für die benötigte Heizspannung 1,3 V (nicht 1,4 V!), für den Heizstrom 48 (statt 50) bzw. 96 (statt 100) bzw. 24 mA (statt 25 mA) einsetzt. Wird der Akku bei normalem Betrieb regelmäßig aufgeladen, dient er also gewissermaßen nur als Puffer (bei fahrendem Kraftfahrzeug z. B.), so muß man die Akkumulatorspannung mit 2,3 V pro Zelle einsetzen, es muß dann also 1 V durch den Vorwiderstand vernichtet werden.

Bei Serienheizung der Heizfäden (bei kombinierten Batterie-Netz-Geräten) muß der Heizstrom jedes einzelnen Gerätes mit Hilfe eines Vorwiderstandes auf 24 mA (bei 25-mA-Röhren) bzw. auf 48 mA (bei 50-mA-Röhren) eingeregelt werden. Die Spannung am Heizfaden einer Röhre beträgt dann etwa 1,3 V. Die Heizung der Batterieröhren regelt sich erst nach einigen Stunden auf ihren endgültigen Wert ein.

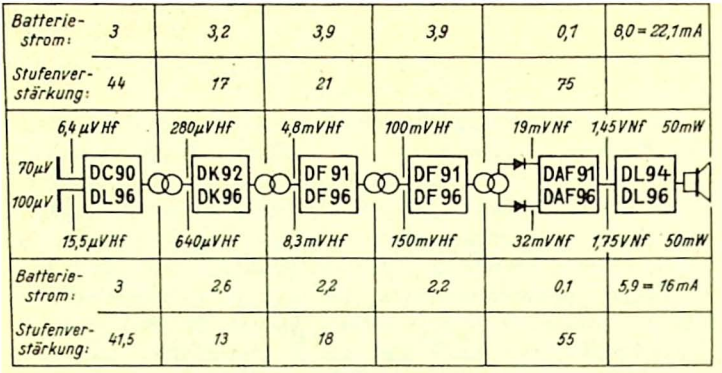


Bild 28. Verstärkungs- und Anodenstromkalkulation für Batterie-Empfänger mit verschiedener Röhrenbestückung

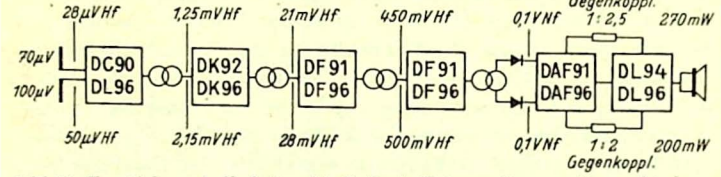


Bild 29. Verstärkungskalkulation für Batterie-Netzempfänger mit verschiedener Röhrenbestückung

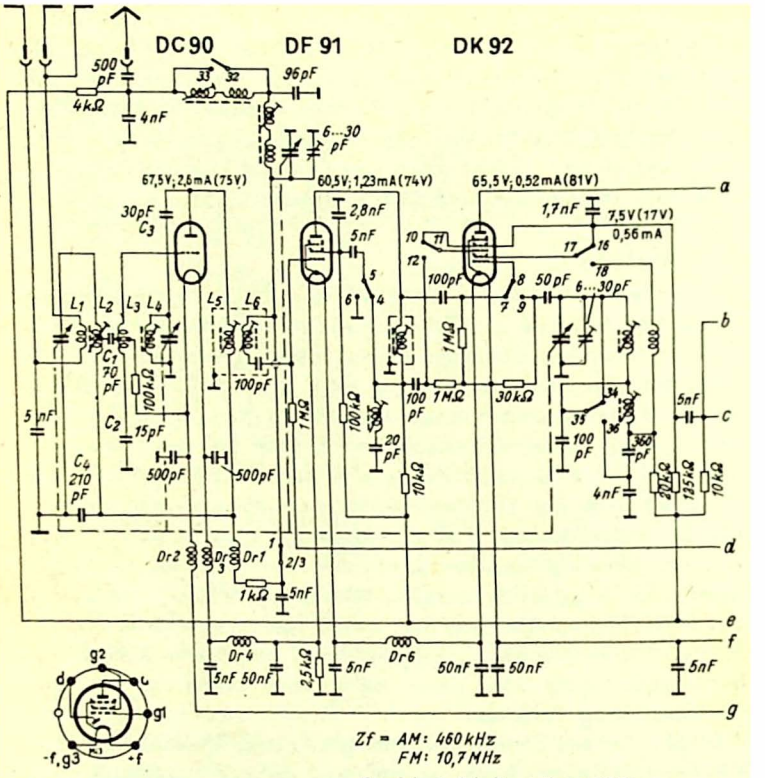
In die Probleme des UKW-Empfanges mit Batterieröhren führen zwei *Pegeldiagramme* ein, die über die zu erwartende Verstärkung der einzelnen Stufen, die Empfindlichkeit der Geräte, die Ausgangsleistung und den Heizstromverbrauch Aufschluß geben. Das erste Diagramm **(Bild 28)** geht von einer Ausgangsleistung von 50 mW aus und errechnet unter Einsatz der erreichbaren Stufenverstärkung die Empfindlichkeit je eines Empfängers mit 50-mA-Röhren und eines zweiten mit 25-mA-Röhren zu 70 bzw. 100 µV; dabei ist auf die Amplitudenbegrenzung durch den Verhältnisdetektor keine Rücksicht genommen. Es wird nicht in Rechnung gestellt, daß der Ladekondensator des Verhältnisdetektors eine Spannung von 6 V aufweisen muß, damit rauschfreier Empfang möglich ist. Unter Berücksichtigung der letzteren Notwendigkeit ist das zweite Pegeldiagramm **(Bild 29)** entworfen, das ferner

Gegenkopplung im Nf-Verstärkerteil und Aussteuerung der Endstufe vorsieht. Einen Überblick über Verwendung und Schaltung der Batterieröhren mit 50 mA Heizstrom gibt **Bild 30**, das Schaltbild des Telefunken-Batterie-Netzempfängers Bajazzo U (1954). Auf die Schwierigkeiten, die sich durch Serienschaltung direkt geheizter Röhren ergeben, wurde in anderem Zusammenhang bereits hingewiesen.

DAF 91; DAF 96

Die Pentoden-Dioden DAF 91 und DAF 96 sind für die AM-Demodulation und Nf-Spannungsverstärkung entworfen. Im vorliegenden Zusammenhang interessieren sie nur insofern, als das Pentodensystem auch bei UKW-FM-Empfang zur Nf-Verstärkung herangezogen wird. Wie die nachfolgenden Betriebsdaten erkennen lassen, liegt die Spannungsverstärkung bei Pentodenschaltung je nach Betriebsart zwischen 75- und 45fach, bei Triodenschaltung zwischen 11- und 12,5fach. Die Gittervorspannung wird vorteilhaft mittels eines großen Gitterableitwiderstandes durch den Anlaufstrom hervorgebracht. Es wäre auch möglich, die Gittervorspannung in der bei Netzgeräten üblichen Art durch Spannungsabfall des gesamten Anodenstromes des Empfängers an einem Widerstand hervorzubringen, doch ginge dann diese Spannung als Anodenspannung verloren.

In den beiden Serien von Batterieröhren fehlen besondere FM-Demodulatorröhren, wenn man darauf verzichtet, das Diodensystem der DAF 91 bzw. DAF 96 zur Flankendemodulation zu benutzen. Wegen des Fehlens einer Amplitudenbegrenzung und der ungünstigeren Gesamtverstärkung verzichtet man nach einigen Versuchen in dieser Richtung auf Flankendemodulation und verwendet statt dessen den Verhältnisdetektor, den man mit zwei Germaniumdioden ausstattet. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, eine weitere Röhre für die FM-Demodulation heizen zu müssen, ein Vorteil, der beim Betrieb des Empfängers aus einer Heizbatterie nicht hoch genug veranschlagt werden kann.



DAF 91, DAF 96

DAF 91, DAF 96

DAF 91 = 1 S 5; DAF 96 = 1 AH 5

Heizdaten	DAF 91	DAF 96	
Heizspannung	1,4	1,4	V
Heizstrom	50	25	mA

Betriebsdaten des Pentodensystems als Nf-Verstärker, $R_{g1} = 10$ MΩ

	DAF 91		DAF 96		
Betriebsspannung	90	67,5	85	64	V
Anodenwiderstand	1	1	1	1	MΩ
Schirmgitter-Vorwiderstand	4,7	3,9	2,7	2,7	MΩ
$I_a + I_{g2}$	0,08	0,06	0,085	0,06	mA
Verstärkung	64	55	55	50	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff} = 5$ V	1,7	3	1,4	3,5	%

Fortsetzung der Daten siehe Seite 40

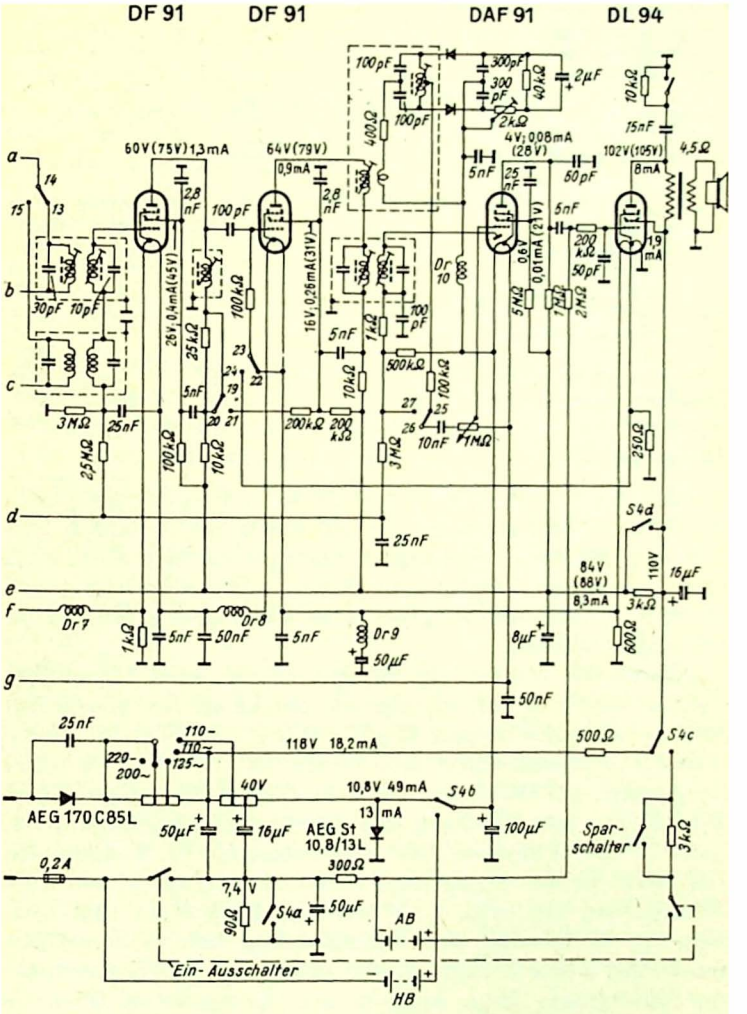


Bild 30. Schaltung des Batterie-Netzempfängers Telefunken „Bajazzo U" (1954) für UKW, Mittel- und Langwellen

Betriebsdaten als Nf-Verstärker, als Triode geschaltet (g2 an a)

Fortsetzung der Daten von Seite 38

	DAF 91		DAF 96		
Betriebsspannung	90	90	85	64	V
Anodenwiderstand	470	220 kΩ	1	1	MΩ
Gitterwiderstand	10	10	10	10	MΩ
„ der folgend. Stufe	1	1	1	1	MΩ
Anodenstrom	0,14	0,27	0,056	0,04	mA
Verstärkung	11,5	11	12,5	12	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff}$ = 5 V	0,7	0,6	1,2	2,5	%

Grenzdaten (Maximalwerte)

	DAF 91	DAF 96	
Anodenspannung	90	120	V
Schirmgitterspannung	90	90	V
Anodenbelastung	250	30	mW
Schirmgitterbelastung	60	10	mW
Katodenstrom	4,5	0,25	mA
Gitterableitwiderstand,			
U_{g1} durch R_k erzeugt	3	3	MΩ
U_{g1} durch R_{g1} erzeugt	22	22	MΩ
Diodenspitzenspannung	100	100	V
Diodenstrom	0,2	0,2	mA

DC 90; DC 96

Die Batterietrioden DC 90 und DC 96 sind eigens entwickelt worden, um Batterieempfänger mit einem UKW-Bereich ausstatten zu können. Ursprünglich verfügte die 96er-Serie nicht über eine solche Triode; statt dessen sollte die Endpentode DL 96 in Triodenschaltung als selbstschwingende Mischröhre verwendet werden.

Obwohl die Röhren DC 90 und DC 96 auch für andere Zwecke verwendet werden können, dienen sie fast ausschließlich als selbstschwingende Mischstufe mit additiver Mischung, wobei die Mischsteilheit der Triode DC 96 20...25% unter derjenigen der DC 90 liegt. Als Beispiel dafür möge die in Bild 30 gezeigte Schaltung des Telefunken-Empfängers Bajazzo U (1954) dienen. Die Antennenspule L_1 koppelt auf die Spule L_2 des ersten abgestimmten Kreises, wobei eine Übersetzung von etwa 1 : 2,5 erreicht wird. Über den Kondensator C_1 gelangt die Nutzspannung zum Symmetrierpunkt der Spule L_3. Mit dieser Spule, die am Steuergitter der Mischtriode liegt, koppelt der Anodenkreis über C_3 mit der Spule L_4. Zur Entdämpfung des ersten Zf-Filters (L_5, L_6) wird der Innenwiderstand der Röhre durch eine Zf-Rückkopplung heraufgesetzt. Zu dem Zweck wird nach **Bild 31**

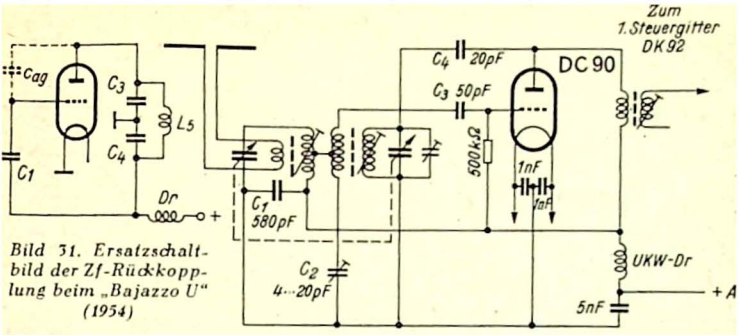


Bild 31. Ersatzschaltbild der Zf-Rückkopplung beim „Bajazzo U" (1954)

Bild 32. Batterietriode DC 90 als selbstschwingende Mischröhre (Noraphon Ultra K 1037)

ein Teil der Zf-Spannung über C_1 an das Steuergitter zurückgeführt; sie ist gegenphasig zu der über die Kapazität c_{ag} (Gitter—Anode) an den Röhreneingang gelangenden Zf-Spannung. Die Größe des Kondensators C_4 bestimmt den Grad der Rückkopplung. Bei einer Mischsteilheit von 0,3 mA/V wird durch diese Maßnahme von den Antennenklemmen bis zum Steuergitter der ersten Zf-Stufe eine Gesamtverstärkung von annähernd 18 erzielt.

Eine ähnliche Schaltung mit induktiver Symmetrierung zwischen Antennen- und Gitterkreis weist der Nora-Empfänger Noraphon Ultra K 1037 **(Bild 32)** in der selbstschwingenden Mischstufe mit der Röhre DC 90 auf. Der das Gitter von der Anodenspannung trennende Kondensator C_3 liegt hier nicht in der Symmetrierungsleitung, sondern vor dem Steuergitter. Der Kondensator C_2 am Fußpunkt der Gitterspule ist veränderlich, so daß der neutrale Punkt innerhalb der Spule verschoben und mit der Anzapfung zur Deckung gebracht werden kann; dadurch kann die zur Antenne gelangende Oszillatorspannung auf ein Minimum einreguliert werden. Im übrigen ist auch hier eine Zf-Rückkopplung zur Erhöhung des Innenwiderstandes der Röhre vorgesehen.

DC 90, DC 96

Heizdaten

	DC 90	DC 96	
Heizspannung	1,4	1,4	V
Heizstrom	50	25	mA

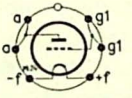
Meßdaten	DC 90			DC 96			
Anodenspannung	90	67,5	40	85	64	40	V
Gittervorspannung	— 3	0	0	—2,5	—1,5	0	V
Anodenstrom	3	4,2	1,5	1,8	1,5	1,2	mA
Steilheit	1,1	1,2	0,9	0,95	0,9	0,8	mA/V
Verstärkungsfaktor	11,5	11,6	11	14	14	14	
Innenwiderstand	10,4	9,7	12.2	14,7	15,5	17,5	kΩ

Betriebsdaten als selbstschwingende Mischröhre

	DC 90		DC 96		
Anodenspannung	90	67,5	85	64	V
Gitterwiderstand	1	1	1	1	MΩ
Oszillatorwechselspannung	6	6	6	5	V_{eff}
Anodenstrom	3	1,7	1,85	1,15	mA
Gitterstrom	6,5	6	6,6	5,6	µA
$I_{g1} \times R_{g1}$	—6,5	—6	—6,6	—5,6	V
Mischsteilheit	490	440	395	345	µA/V
effektive Steilheit	700	500	400	270	µA/V
Innenwiderstand	16	21	29	33	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	12	12	13	13	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	3	3			kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)	DC 90	DC 96	
Anodenspannung	90	90	V
Anodenbelastung	0,6	0,25	W
Katodenstrom	5,5	2,5	mA
Gitterableitwiderstand	3	3	MΩ
Gitterableitwiderstand bei $N_a \leq 0{,}4$ W	10		MΩ

DC 90
DC 96



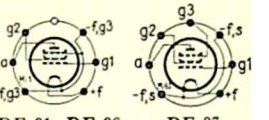
DF 91; DF 96; DF 97

Die Regelpentoden DF 91, DF 96 und DF 97 sind für die Bestückung der Zf-Stufen entworfen. Infolge ihrer geringen Steilheit erzielt aber ein mit zwei Röhren dieser Art bestückter Zf-Verstärker nicht die gleiche Verstärkung wie bei einem Netzgerät gleicher Art. Infolgedessen wird bei UKW-Empfang meistens das Heptodensystem der AM-Mischröhre als dritte Zf-Stufe verwendet. Die Anodenspannung ist mit höch-

stens 90 bzw. 120 V festgelegt, doch darf sie bei der Röhre DF 91 im Zuge der Schwundregelung bis auf 120 V hochgleiten. Dementsprechend darf auch die Schirmgitterspannung hochgleiten.

DF 91, DF 96, DF 97

DF 91 = 1 T 4; DF 96 = 1 AJ 4



DF 91, DF 96 DF 97

Heizdaten

	DF 91	DF 96	DF 97	
Heizspannung	1,4	1,4	1,4	V
Heizstrom	50	25	25	mA

Betriebsdaten als Hf- oder Zf-Verstärker

	DF 91	DF 96		DF 97		
Betriebsspannung		85		85	64	V
Anodenspannung	45...90		64			V
Schirmgitter-Vorwiderstand		39		33	4,7	kΩ
Schirmgitterspannung	45	64...85	64	61...85	60	V
Gittervorspannung	0...—10	0...—5,5	0...—4,1	0...—5	0...—3,8	V
Anodenstrom	1,7	1,65	1,65	1,75	1,68	mA
Schirmgitterstrom	0,7	0,55	0,55	0,73	0,77	mA
Steilheit	700...10	850...10	850...10	920...10	840...10	µA/V
Schirmgitter-Verstärkungsfaktor	11	18	18	18	18	
Innenwiderstand	0,4...>10	1...>10	0,7...>10	0,42...>10	0,27...>10	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	17	14	14			kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)

	DF 91	DF 96	DF 97	
Anodenspannung	90 [1])	120	120	V
Schirmgitterspannung	67,5[1])	90	90	V
Anodenbelastung	500	250	250	mW
Schirmgitterbelastung	200	100	150	mW
Katodenstrom	5,5	2,2	2,5	mA
Gitterableitwiderstand R_{g1}	3	3	3	MΩ
Gitterableitwiderstand R_{g3}			0,3	MΩ

[1]) Beim Regeln dürfen U_a und U_{g2} bis 120 V hochgleiten

Die DF 97 wird auch als Mischröhre verwendet; multiplikativ fremderregt (Hf-Spannung an g 1, Oszillatorspannung an g 3) bei AM, additiv selbstschwingend (als Triode geschaltet; g 2 und g 3 mit a verbunden) bei FM.

DF 97 *Betriebswerte der DF 97 als Mischröhre*

(Fortsetzung)

	multiplikativ		additiv		
Betriebsspannung	85	64	85	64	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	47	4,7	—	—	kΩ
Gitterwiderstand R_{g1}	3	3	1	1	MΩ
Gitterwiderstand R_{g3}	0,3	0,3	—	—	MΩ
Oszillatorspannung	12	12	4	3	V_{eff}
Gittervorspannung U_{g1}	0...—4,6	0...—3,5	—	—	V
Schirmgitterspannung	45 85	58 64	—	—	V
Anodenstrom	0,565	0,73	2,1	1,35	mA
Schirmgitterstrom	0,84	1,37	—	—	mA
Gitterstrom I_{g1}	—	—	4,4	3,1	mA
Mischsteilheit	265...10	280...10	500	475	µA/V
Innenwiderstand	500...>5000	300...>5000	27	29	kΩ

DK 92; DK 96

Die Heptoden DK 92 und DK 96 dienen bei AM-Empfang als Misch- und Oszillatorröhren in Pentagrid-Converter-Schaltung. Als UKW-Mischer und -Oszillator sind sie ungeeignet. Im Zusammenhang mit UKW-Röhren verdienen sie nur insofern Beachtung, als sie zur Verstärkung der Zwischenfrequenz von 10,7 MHz herangezogen werden. In diesem Falle wird das erste Steuergitter vom Oszillatorkreis getrennt und an den voraufgehenden Zf-Kreis gelegt. Das zweite Steuergitter erhält nur die Regelspannung. Das erste Schirmgitter, das als Oszillatoranode dient, wird bei Verstärkerschaltung mit dem zweiten Schirmgitter verbunden (Bild 30).

Daten der DK 92 und DK 96 s. S. 45

DL 92; DL 94; DL 96

Wie bei allen Endpentoden der Miniatur-Batterieserie ist der Heizfaden der Röhren DL 92, DL 94 und DL 96 unterteilt. Bei Batteriebetrieb sind beide Hälften parallelgeschaltet und erfordern eine Heizspannung von 1,4 V, bei Netzbetrieb und Serienschaltung aller Röhrenfäden des Empfängers liegen sie hintereinander und erfordern dann bei halbem Heizstrom die doppelte Heizspannung. Es ist darauf zu achten, daß für Parallel- und Serienschaltung verschiedene Betriebsdaten vorgeschrieben sind.

Im Zusammenhang mit UKW-Röhren verdienten die Endpentoden keine besondere Beachtung, wenn die Hersteller

Daten der DL 92, DL 94 und DL 96 s. S. 46/47 Fortsetzung des Textes Seite 48

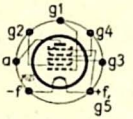
DK 92, DK 96

DK 92 = 1 AC 6; DK 96 = 1 AB 6

Heizdaten	DK 92	DK 96	
Heizspannung	1,4	1,4	V
Heizstrom	50	25	mA

Betriebsdaten als fremderregte Mischröhre, R_{g1} = 27 kΩ

	DK 92			DK 96		
U_b	90	67,5	45	90	67,5	V
U_a	85	63,5	41	85	64	V
R_{g4}	180			120		kΩ
U_{g4}	60	63,5	41	68	64	V
U_{g3}	0	0	0	0	0	V
U_{g3} bei S 1/100	—6	—4	—2,9	—6,5	—4,5	V
R_{g2}	33	22	6,8	33	18	kΩ
U_{g2}	30	30	29	35	35	V
$U_{osz\ eff}$	4	4	2,5	4	4	V
I_a	0,65	0,7	0,25	0,6	0,55	mA
I_{g4}	0,14	0,15	0,09	0,14	0,12	mA
I_{g2}	1,65	1,55	1,75	1,5	1,6	mA
I_{g1}	130	130	80	85	85	µA
S_c	325	300	180	300	275	µA/V
R_i	1	0,9	0,75	0,8	0,75	MΩ
$r_{ä}$	100	120	115	100	110	kΩ



DK 92
DK 96

Bei Verwendung als *selbsterregte Mischröhre* ist die Mischsteilheit etwas geringer

Betriebsdaten als Oszillator, U_{g3} = 0 V; g 1 *mit* +f *verbunden*

	DK 92			DK 96		
U_a	85	63,5	41	85	64	V
U_{g4}	60	63,5	41	64	64	V
U_{g2}	30	30	29	35	35	V
Ig_2	2,5	2,2	3	1,7	1,7	mA
$S_{g2/g1}$	0,9	0,8	1,1	0,6	0,6	mA/V
$\mu_{g2/g1}$	7,5	7,5	9	7,5	7,5	

Grenzdaten (Maximalwerte)	DK 92	DK 96	
Anodenspannung	90	90	V
Spannung am Gitter 4	90	90	V
Spannung am Gitter 2	60	60	V
Anodenbelastung	200	150	mW
Belastung des Gitters 4	100	30	mW
Belastung des Gitters 2	200	100	mW
Katodenstrom	4	2,6	mA
Oszillatorgitterwiderstand (Gitter 1)	35	100	kΩ
Gitterableitwiderstand (Gitter 3)	3	3	MΩ

DL 92, DL 94, DL 96

DL 92 = 3 S 4; DL 94 = 3 V 4; DL 96 = 3 C 4

Heizdaten a) beide Heizfadenhälften parallel geschaltet

	DL 92	DL 94	DL 96	
Heizspannung	1,4	1,4	1,4	V
Heizstrom	100	100	50	mA

b) beide Heizfadenhälften in Reihe geschaltet

	DL 92	DL 94	DL 96	
Heizspannung	2,8	2,8	2,8	V
Heizstrom	50	50	25	mA

Betriebsdaten als Einfach-A-Verstärker, beide Heizfadenhälften parallel geschaltet

	DL 92			DL 94		DL 96		
U_a	90	67,5	45	120	90	85	64	V
U_{g2}	67,5	67,5	45	120	90	85	64	V
U_{g1}	—7	—7	—4,5	—8,1	—5,1	—5,2	—3,3	V
I_a	7,4	7,2	3,8	10	8	5	3,5	mA
I_{g2}	1,4	1,5	0,8	2,3	1,8	0,9	0,65	mA
S	1,57	1,55	1,25	2	2	1,4	1,3	mA/V
$\mu_{g2/g1}$	5	5	5	7,3	7,3	7	7	
R_i	100	100	100	110	110	150	170	kΩ
R_a	8	5	8	8	8	13	15	kΩ
N~	270	180	65	550	310	200	100	mW
$U_{g\sim eff}$	5,1	5,5	3,5	5	4,1	3,5	2,6	V
k	12	10	12	10	10	10	10	%

Sind beide Heizfadenhälften in Reihe geschaltet, so ist der Anodenstrom und damit die erzielbare Leistung etwa 10...20 % niedriger.

Beide Systeme einer Röhre DL 94 in Gegentakt geschaltet

	Gegentakt-A-,		Gegentakt-B-Schaltung		
Anodenspannung	120	90		90	V
Schirmgitterspannung	120	90		90	V
Gittervorspannung	—8,5	—5,5		—8,5	V
Außenwiderstand von Anode zu Anode	28	28		28	kΩ
Gitterwechselspannung, Effektivwert	7,5	4,8	0	7,2	V
Anodenstrom	2×5	2×4	2×1	2×3,2	mA
Schirmgitterstrom	2×1	2×0,8	2×0,2	2×1,05	mA
Sprechleistung	750	340	0	300	mW
Klirrfaktor	10	8		3,5	%

DL 92, DL 94, DL 96 (Fortsetzung)

Zwei Röhren in Gegentakt betrieben; alle Heizfadenhälften parallel geschaltet

a) Gegentakt-A- und Gegentakt-AB-Betrieb

	DL 94			DL 96		
	A-Betrieb		AB-Betrieb	AB-Betrieb		
U_a	120	90	120	90	67,5	V
U_{g2}	120	90	120	90	67,5	V
R_k [1])			470	560	470	Ω
U_{g1}	—8,1	—5,1				V
R_{aa}	14	14	14	20	20	kΩ
I_a	2×10	2× 8	2× 5,7	2×3,25	2×2,3	mA
I_{ad} [2])			2× 7,65	2×4,75	2×3,4	mA
I_{g2}	2× 2,3	2× 1,8	2× 1,25	2×0,6	2×0,45	mA
I_{g2d} [2])			2× 2,9	2×1,5	2×0,95	mA
N~	1300	650	900	420	220	mW
hierbei k	10	10	5	4	3	%
hierbei $U_{g\sim\,eff}$	6,8	4,4	9,9	7,9	5,7	V

b) Gegentakt-B-Betrieb

	DL 94			DL 96		
U_a	150	120	90	81,5	62	V
U_{g2}	150	120	90	81,5	62	V
U_{g1}	—17,4	—13,7	—9,8	—8,5	—5,8	V
R_{aa}	12	14	14	16	20	kΩ
I_a	2× 2	2×1,5	2×1,5	2×1	2×0,75	mA
I_{ad} [2])	2×12,5	2×9	2×6,3	2×5	2×3,4	mA
I_{g2}	2× 0,42	2×0,32	2×0,32	2×0,2	2×0,15	mA
I_{g2d} [2])	2× 4,4	2×3,1	2×2,25	2×1,3	2×1	mA
N~	2150	1200	580	440	220	mW
hierbei k	4,5	5	5	2,6	3	%
hierbei $U_{g\sim\,eff}$	13,3	11	8	7,9	5,7	V

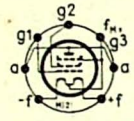
Betriebsdaten der DL 96 als selbstschwingende additive Mischröhre für UKW, als Triode geschaltet, Gitter 2 mit Anode verbunden. $R_{g1} = 100$ kΩ

Anodenspannung	50	40	30	V
Oszillatorwechselspannung	9	7	5	V_{eff}
Anodenstrom	4,1	3,2	2	mA
Mischsteilheit	460	430	385	mA/V
Gitterstrom	56	41	26	µA
Oszillatorgleichspannung	—5,6	—4,1	—2,6	V

[1]) Widerstand in der gemeinsamen Minusleitung, wobei die Ströme der Vorröhren mit 5 mA (bei der DL 94) bzw. mit 3,5 mA (bei der DL 96) angenommen wurden. — [2]) In voll ausgesteuertem Zustand.

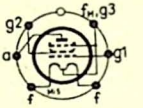
DL 92, DL 94, DL 96 *Grenzdaten* (Maximalwerte)

(Fortsetzung)	DL 92	DL 94	DL 96	
Anodenspannung	90	150	90	V
Schirmgitterspannung	67,5	150	90	V
Anodenverlustleistung	0,7	1,2	0,6	W
Schirmgitterbelastung	0,15	0,45	0,2	W
Katodenstrom	11	12	6	mA
Gitterableitwiderstand	2	1	2	MΩ



DL 92

DL 94
DL 96



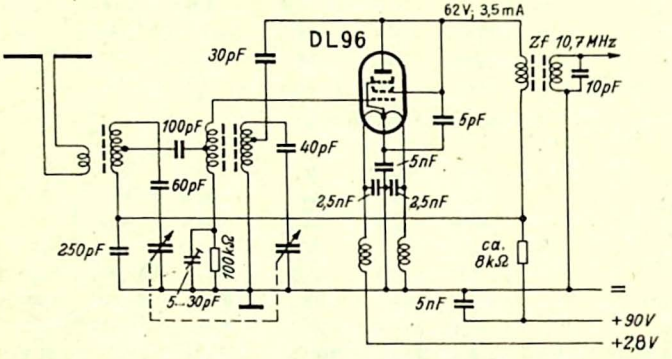


Bild 33. Batterie-Endtriode DL 96 als selbstschwingende Mischtriode (nach Angaben von Telefunken)

Fortsetzung von Seite 44

der Röhre DL 96 sie nicht als selbstschwingende Mischtriode empfehlen würden. Die Schaltung **Bild 33** stimmt weitgehend überein mit der Schaltung der Triode DC 90, wenn man von der Tatsache absieht, daß das Schirmgitter mit der Anode verbunden ist. Auch hier ist eine Zf-Rückkopplung zur Erhöhung des Innenwiderstandes der Röhre vorgesehen. Die Heizfadenmitte wird im vorliegenden Schaltbild zur Entkopplung des Heizkreises mit herangezogen.

2. Netzröhren

Zahlreiche der netzgeheizten Röhren sind eigens für UKW-Empfänger geschaffen worden. Sie wurden entworfen, um den besonderen Bedingungen, die sich durch die hohen Frequenzen um 100 MHz ergaben, zu entsprechen. Hf-Verstärkerpentoden müssen über großen Eingangswiderstand und hohe Verstärkung verfügen, damit Geräte mit tragbarer Röhrenzahl aufgebaut werden können. Die vor der Einführung des UKW-Rundfunks vorhandenen Doppeldioden genügten hinsichtlich des Innenwiderstandes der Diodenstrecken nicht zur Bestückung des Verhältnisdetektors. Deshalb wurden zahlreiche Typen von Doppeldioden herausgebracht, während zuvor für diese Röhrenart keine rechte Verwendung gegeben war. Allerdings sind die Doppeldioden als Verhältnisdetektor durch Kombinationsröhren abgelöst worden, die eine Doppeldiode, eine Einfachdiode und ein Triodensystem zur Nf-Spannungsverstärkung umfassen. Lediglich in einigen Spitzengeräten sind noch getrennte Doppeldioden zur FM-Demodulation, in zunehmendem Maße aber auch Germanium-Dioden, zu finden.

Da sich die additive Mischung mit selbstschwingender Triode günstiger erwies als multiplikative Mischung mit bereits bekannten Doppelröhren aus Hexoden- und Triodensystem, wurden eigens Trioden für den genannten Zweck entwickelt. Weiter stehen Doppeltrioden der genannten Art zur Verfügung, wobei die Notwendigkeit, die Kapazität zwischen den beiden Systemen klein zu halten, zu weiteren Typen geführt hat. Schließlich hat man dem Triodensystem einer Heptode-Triode solche Eigenschaften gegeben, daß es als selbstschwingende Mischstufe verwendet werden kann; dazu war es erforderlich, daß auch das Gitter des Triodensystems an einen besonderen Sockelstift geführt wurde.

a) Schaltungstechnik der UKW-FM-Rundfunkempfänger

Ebenso wie der Superhet für den Empfang des Rundfunks auf den klassischen Bändern (kurz, mittel, lang) strebt der UKW-Bereich einer gewissen *Standardisierung* zu. Dabei

will man möglichst alle im Empfänger vorhandenen Röhren sowohl bei AM- als auch bei FM-Empfang benutzen. Daher müssen die Röhren bei verschiedenen Modulationsarten unterschiedliche Aufgaben erfüllen; es muß sowohl multiplikative als auch additive Mischung möglich sein, Schmal- und Breitbandverstärkung im Zf-Teil sowie AM- und FM-Demodulation. Der Niederfrequenzverstärker hat, obwohl er bei beiden Empfangsarten die gleichen Dienste zu verrichten hat, durch den UKW-Bereich auch wesentliche Verbesserungen erfahren. Genügte es zuvor, wenn Tonfrequenzen bis etwa 6000 Hz hinreichend verzerrungsfrei verstärkt und wiedergegeben wurden, so verlangt der UKW-FM-Rundfunk die Wiedergabe von Frequenzen bis über 10 kHz hinaus.

Die Frage nach dem geeignetsten FM-Demodulator ist eindeutig zugunsten des *Verhältnisdetektors* beantwortet. Gegenüber den meisten anderen Demodulatoren haben seine Eigenschaften, die Amplitudenspitzen abzuschneiden und eine von der Stärke des Trägers abhängige Regelspannung zu liefern, dem Verhältnisdetektor den Vorrang eingetragen. Nach dem Erscheinen der Doppeldiode-Diode-Triode (EABC 80, UABC 80) ist die Schaltungstechnik der Demodulatorstufe erfreulich einheitlich geworden. Sie scheint ihre endgültige Lösung gefunden zu haben.

Für den Zf-Verstärker bestehen mehrere Lösungen nebeneinander. Am klarsten liegen die Verhältnisse beim AM-Sechskreis-FM-Achtkreissuperhet. Bei ihm dient das Heptodensystem der Mischröhre bei AM-Empfang als Mischstufe, bei FM-Empfang als Zf-Verstärker. Arbeitet dann das Triodensystem der Mischröhre als selbstschwingende UKW-Mischstufe, so sind alle Röhren sowohl bei AM- als auch bei FM-Empfang in Betrieb und lediglich das Doppeldiodensystem der ABC-Röhre liegt brach. Leider bereitet diese Schaltung Schwierigkeiten hinsichtlich der Abstrahlung der Harmonischen des Oszillators durch die Antenne. Die Schaltung mit zwei Mischröhren (E/UCH 81) ist insofern unbefriedigend, als jeweils ein Triodensystem nicht benutzt wird.

Überhaupt hat die Unterdrückung der Störstrahlung die Schaltungstechnik der Eingangs- und Mischstufen wieder

recht unübersichtlich gemacht, nachdem bereits eine gewisse Einheitlichkeit erreicht war. Wie schon früher erwähnt, scheint sich eine Lösung endgültig durchzusetzen, die auf die ständige Benutzung aller Röhren verzichtet und jedem Empfänger sowohl eine eigene AM- als auch eine besondere FM-Mischstufe gibt. Diese Lösung bietet sich deshalb als die günstigste an, weil dadurch zugleich auch das Problem des Rauschens bei UKW-Empfang am einfachsten zu lösen ist. Schließlich kann auf diese Art dem UKW-Teil eine Empfindlichkeit gegeben werden, die in der Regel weit über die Bedürfnisse hinausgeht. Wegen der geringen Reichweite ultrakurzer Wellen ist der UKW-FM-Rundfunk lediglich für Bezirksempfang gedacht und keineswegs für Fernempfang. An besonders günstigen, meist hochgelegenen Stellen aber ist innerhalb gewisser Grenzen Fernempfang möglich, dem durch das Rauschen Fesseln angelegt sind. Das Streben, diesen Fernempfang möglichst weitgehend auszunutzen, hat zu den hohen Empfindlichkeiten neuzeitlicher UKW-Empfänger geführt und zugleich zu Maßnahmen, das Rauschen so klein wie möglich zu halten. Daher bevorzugt man in Vorstufen Trioden, die gegenüber Pentoden kein Stromverteilungsrauschen aufweisen. Aus dem gleichen Grund schaltet man vielfach die letzte Zf-Verstärkerstufe als Amplitudenbegrenzer, der in Verbindung mit der amplitudenbegrenzenden Wirkung des Verhältnisdetektors zu weitgehender Rauschunterdrückung führt. Auf diese Art können ferne UKW-FM-Rundfunksender noch genußreich gehört werden, wenn deren Eingangsspannung nicht wesentlich über der Rauschspannung der Antenne liegt.

Eine interessante Lösung hat Körting im „Syntector" verwirklicht. Es handelt sich dabei um einen frequenzteilenden Mitnahmeoszillator, der die Zwischenfrequenz von 10,7 MHz ± 75 kHz auf den fünften Teil, nämlich 2,14 MHz ± 15 kHz herabsetzt. Solange der Oszillator mitgenommen wird, unterscheidet sich ein ferner, schwach einfallender Sender nicht vom stark hereinkommenden Ortssender. Stören sich zwei Sender, die auf der gleichen Frequenz arbeiten, so wird der Oszillator nur vom stärkeren Sender mitgenommen.

EAA 91; HAA 91; UAA 91; EB 41; UB 41; EB 91

Die hier angeführten Doppeldioden sind eigens zur Bestückung des Verhältnisdetektors zur Demodulation von FM geschaffen worden. Sie unterscheiden sich durch die Heizdaten und die Sockelschaltungen.

Die Wirkungsweise des Verhältnisdetektors soll mit Hilfe der Schaltung **Bild 34** erläutert werden. Diese Schaltung weicht etwas von den in deutschen Empfängern gebräuchlichen Anordnungen ab, ist aber übersichtlicher. Die Diodenstrecken D I und D II liegen mit entgegengerichteten Durchlaßrichtungen am abgestimmten Kreis L_2, C_6. Sie richten die an diesem Kreis auftretende Hf-Spannung gleich, so daß der Kondensator C_2 mit der eingezeichneten Polarität aufgeladen wird und sich über den Widerstand R_1 entlädt. Die Zeitkonstante von R_1, C_2 ist sehr groß im Verhältnis zur tiefsten vorkommenden Tonfrequenz. Durch Störungen hervorgerufene Amplitudenspitzen der Hf-Spannung sind infolge dieser großen Zeitkonstanten nicht in der Lage, die Spannung des Ladekondensators, wie er in Übereinstimmung mit dem entsprechenden Kondensator des Netzteils genannt wird, zu verändern. Außer der Hf-Spannung am Kreis L_2, C_6, die durch Induktion von L_1, C_5 entsteht, wird die Spannung U_1 vom Anodenkreis der Vorröhre über C_1, die Drossel Dr und C_4 in den Gleichrichterkreis geführt. Da die Drossel für sie einen hohen Widerstand aufweist, kann man annehmen, die Spannung U_1 herrsche an ihren Enden.

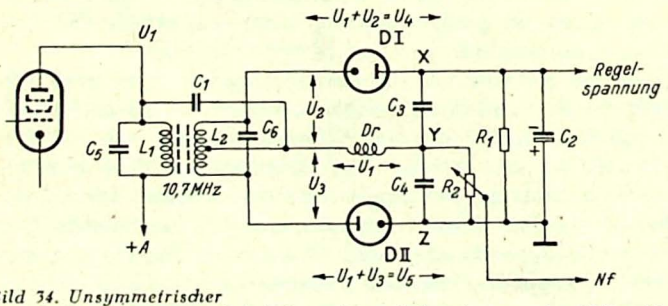


Bild 34. Unsymmetrischer Verhältnisdetektor mit induktiv-kapazitiver Ankopplung an den Zf-Verstärker

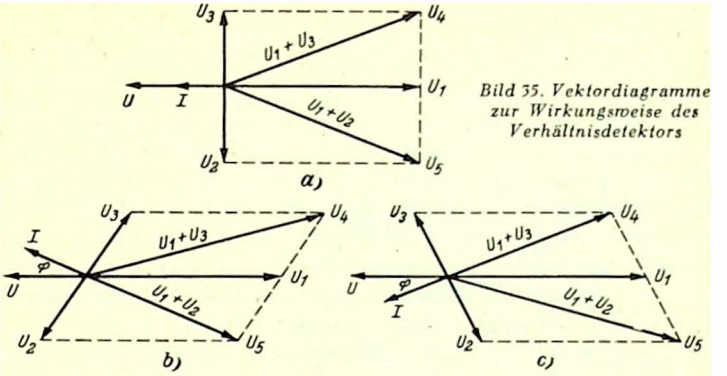


Bild 35. Vektordiagramme zur Wirkungsweise des Verhältnisdetektors

Solange die Frequenz der Hf-Spannung gleich der Ruhefrequenz 10,7 MHz ist, verursacht der Kreis L_2, C_6 keine Phasenverschiebung, weil die Wirkungen von Selbstinduktion und Kapazität einander aufheben. Infolgedessen kann man jede der Spulenhälften als ohmschen Widerstand auffassen. Nach **Bild 35a** herrscht an jeder der Diodenstrecken die gleiche Spannung $U_1 + U_3 = U_4$ bezw. $U_1 + U_2 = U_5$. Weicht nun die Frequenz der Hf-Spannung im Zuge der Modulation nach oben ab, so überwiegt der induktive Widerstand der Spule L_2 den kapazitiven Widerstand des Kondensators C_6. Die beiden Hälften der Spule L_2 wirken als induktive Widerstände und verursachen eine Phasenverschiebung der Teilspannungen U_2 und U_3. Nach dem Vektordiagramm b) fallen dadurch die Summenspannungen U_4 und U_5 verschieden groß aus, d. h. zwischen dem Punkt Y der Schaltung und den Punkten X und Z entstehen Spannungen verschiedener Größe, auf die sich die Kondensatoren C_3 und C_4 aufladen. Nun liegt infolge der großen Zeitkonstanten von R_1, C_2 die Summe der an C_3 und C_4 liegenden Spannungen, gleich der an C_2 herrschenden, fest, was zur Folge hat, daß sich lediglich das Verhältnis der an C_3 und C_4 herrschenden Spannung ändert. Von dieser Tatsache ist der Name dieser Demodulationsschaltung abgeleitet. Da das Potential der Punkte X und Z festliegt, ändert sich das Potential des Punktes Y. Die angenommene Frequenzabweichung ist aber

Modulation, so daß am Punkt Y Niederfrequenz abgenommen werden kann, wie es durch das Potentiometer R_2 angedeutet ist. Weicht die Frequenz im Zuge der Modulation nach unten ab, so überwiegt der kapazitive Widerstand von C_6 den induktiven Widerstand von L_2 und die beiden Spulenhälften wirken wie kapazitive Widerstände. Die Addition der Spannungen U_1 und U_3 bezw. U_1 und U_2 erfolgt nach dem Vektordiagramm c). Jetzt ist U_5 größer als U_4, was die umgekehrte Ladungsverteilung der Kondensatoren C_3 und C_4 zur Folge hat, so daß die entgegengesetzte niederfrequente Halbwelle an Punkt Y zum Vorschein kommt.

Da die Aufladung des Ladekondensators C_2 von der Höhe der Zf-Spannung und damit letztlich von der Stärke des einfallenden Trägers abhängt, kann die an Punkt X herrschende Gleichspannung zur Regelung voraufgehender Röhren und zur Abstimmungsanzeige durch ein Magisches Auge benutzt werden. Zu dem Zweck muß der positive Pol des Ladekondensators mit dem Chassis verbunden sein. Eine solche Schaltung wird als unsymmetrisch bezeichnet, warum, zeigt ein Vergleich mit dem nächsten Bild.

In deutschen Empfängern hat sich die Schaltung des Verhältnisdetektors nach Bild 34 mit Kondensator C_1 und Drossel nicht durchgesetzt. Statt dessen benutzt man ausschließlich eine Spule, die mit L_1 koppelt. Sie erfüllt die gleiche Aufgabe, nämlich die Spannung U_1 von der Anode der Vorröhre unabhängig von der Frequenz mit konstanter Größe in den Gleichrichterkreis zu übertragen. Eine solche Schaltung zeigt **Bild 36**, die zugleich als Beispiel für den symmetrischen Aufbau eines Verhältnisdetektors dienen soll. Die frequenzunabhängige Spannung U_1, die zuvor an der Drossel auftrat, herrscht hier an der Spule L, die wie im vorhergehenden Falle an der Anzapfung des Sekundärkreises einerseits und zwischen den beiden Kondensatoren andererseits liegt; hier wird auch die Niederfrequenz abgenommen. Symmetrisch heißt diese Schaltung, weil die Erdung der Gleichspannungsseite in der Mitte des unterteilten Belastungswiderstandes erfolgt. Infolgedessen steht nur die halbe Spannung des Ladekondensators als Regel-

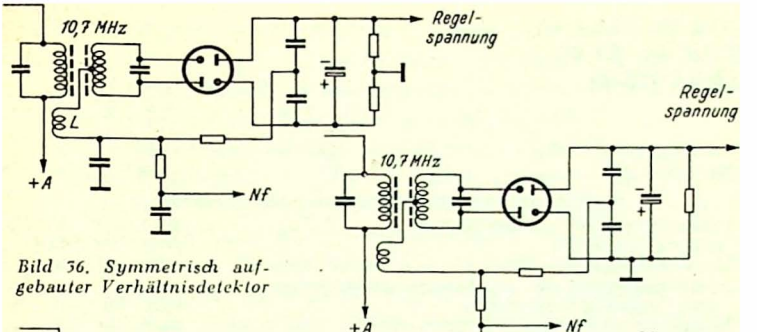
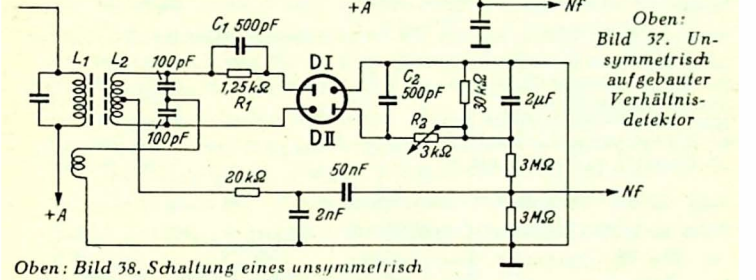


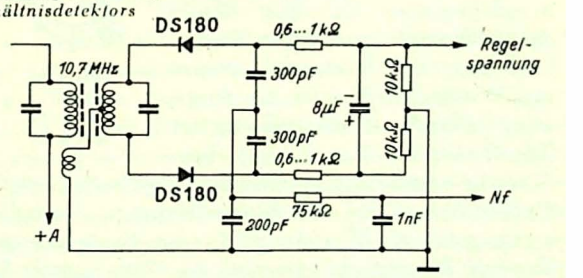
Bild 36. Symmetrisch aufgebauter Verhältnisdetektor



Oben: Bild 37. Unsymmetrisch aufgebauter Verhältnisdetektor

Oben: Bild 38. Schaltung eines unsymmetrisch aufgebauten Verhältnisdetektors mit Zusatzwiderständen (Siemens 934 W)

Rechts: Bild 39. Schaltung eines symmetrisch aufgebauten Verhältnisdetektors mit Germanium-Dioden (nach SAF)



spannung zur Verfügung. Der symmetrische Verhältnisdetektor wird praktisch nicht mehr verwendet, weil bei den meistbenutzten Kombinationsröhren ABC eine der Diodenkatoden zwangsweise am Chassis liegt. Daher ist die unsymmetrische Schaltung nach **Bild 37** die weitaus gebräuchlichste. Allerdings weist sie in der Praxis zahlreiche Varianten auf, so daß man nicht auf den ersten Blick erkennen kann, wie sie arbeitet. Als Beispiel dafür soll **Bild 38** dienen,

EAA 91, HAA 91, UAA 91, EB 91 EB 41, UB 41

EAA 91 = EB 91 = 6 AL 5; HAA 91 = 12 AL 5

Heizdaten

	EAA 91 EB 41 EB 91	HAA 91	UAA 91 UB 41	
Heizspannung	6,3	12,6	19	V
Heizstrom	0,3	0,15	0,1	A

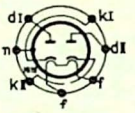
Grenzdaten je System für Einweggleichrichtung

Wechselspannung, Effektivwert	max. 150	V
Diodengleichstrom	max. 9	mA
Ladekondensator	max. 8	µF
Innenwiderstand der Wechselspannungsquelle bzw. Vorschaltwiderstand	min. 300	Ω
Spannung Faden/Schicht, Scheitelwert	max. 330	V

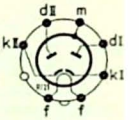
Grenzdaten je System bei den für UKW üblichen Zwischenfrequenzen

Diodenspannung, negative Spitze	max. 420	V
mittlerer Diodengleichstrom	max. 9	mA
Diodenspitzenstrom	max. 54	mA
Spannung Faden/Schicht, k+	max. 330	V
Spannung Faden/Schicht, k—	max. 150	V
Widerstand Faden/Schicht	max. 20	kΩ

das einen Ausschnitt aus dem Schaltbild des Siemens-Großsupers 54, 934 W darstellt. Die beiden Kondensatoren, zwischen denen die Nf-Spannung auftritt, liegen hier auf der Wechselstromseite des Detektors. Hier ist die Spannung an der Verbindungsstelle der Kondensatoren durch eine Verbindung zum Ladekondensator festgehalten, und die äußeren Enden weisen die die Niederfrequenz darstellenden Spannungsunterschiede auf, die in der Spulenmitte abgegriffen werden. Bemerkenswert sind die Widerstände R_1 und R_2 sowie die Kondensatoren C_1 und C_2. Im Interesse sauberer Amplitudenbegrenzung ist es wichtig, daß der Widerstand beider Gleichrichterwege gleich groß ist. Fabrikatorisch würde es zu kostspielig sein, diese Gleichheit durch Verwendung von Röhren genau gleichen Innenwiderstandes der Diodenstrecken und durch Einzelteile genau gleicher elektrischer Größe zu erreichen. Darum legt man in den einen Gleichrichterweg den festen, durch einen Kondensator überbrückten



EAA 91
EB 91
HAA 91
UAA 91



EB 41
UB 41

Widerstand R_1 und ordnet im anderen Weg einen veränderlichen Widerstand R_2 an. Dadurch hat man es in der Hand, die die Güte des Verhältnisdetektors bestimmenden Faktoren auf die einfachste Weise optimal einzustellen.

In den Germaniumdioden sind den Doppeldioden im Verhältnisdetektor starke Konkurrenten erwachsen, die den Vorzug haben, bei gleicher Leistung keiner Heizung zu bedürfen; darum trifft man sie in Koffergeräten mit Batterieröhren regelmäßig an. Es gibt keine der EAA 91 entsprechende Batterie-Duodiode. Aber auch Netzempfänger weisen bei einigen Herstellern regelmäßig Germaniumdioden als Gleichrichter im Verhältnisdetektor auf, weil diese Firmen selbst Röhren erzeugen, in ihrer Serie aber keine Duodioden und auch nicht die Kombinationsröhre ABC herstellen. Es ist auch eine Frage des Gestehungspreises, ob Germaniumdioden den Röhrendioden vorgezogen werden. **Bild 39** zeigt eine mit den Germaniumdioden DS 180 aufgebaute Schaltung eines Verhältnisdetektors. Weitere Schaltungsbeispiele in anderem Zusammenhang bringen die Bilder 44 und 54.

EABC 80; HABC 80; PABC 80; UABC 80

Diese vier Röhren, die zum Aufbau eines Verhältnisdetektors, eines AM-Demodulators mit einer Diodenstrecke bei gleichzeitiger Nf-Spannungsverstärkung durch das Triodensystem dienen, unterscheiden sich lediglich durch die Heizdaten. Sie verfügen über zwei getrennte Katoden, von denen eine einer Diodenanode gegenübersteht, während die andere zu zwei Diodenstrecken mit verschiedenen Eigenschaften und dem Triodensystem gehört. Während die im beigegebenen Sockelschaltbild mit d I bezeichnete Diodenstrecke über einen inneren Widerstand von 5000 Ω verfügt, haben die mit d II und d III benannten Diodenstrecken einen Innenwiderstand von je 200 Ω. Sie sind als Verhältnisdetektor zu verwenden; die Strecke d I dient zur Demodulation und Regelspannungserzeugung bei AM-Empfang. Die erste Röhre dieser Art war die amerikanische Röhre 6 T 8. Bei ihr sind aber alle drei Diodenstrecken gleich; sie haben alle drei einen niedrigen Innenwiderstand. Von Philips-Valvo und Telefunken

wurde dann die EABC 80 mit einem kleineren System d I entwickelt. Lorenz stellte zunächst eine EABC 80 her, die der 6 T 8 entsprach, also drei gleiche Dioden hatte. Nach einigen Jahren stellte Lorenz die EABC 80 entsprechend der Valvo-Ausführung her. Auf diese Art gibt es zwei verschiedene Ausführungen der EABC 80 auf dem deutschen Markt. Die 6 AK 8 entspricht der Valvo-Ausführung der EABC 80.

Wie bereits einleitend gesagt wurde, haben diese Röhren die Schaltungstechnik des Demodulators von AM-FM-Superhets in weitgehendem Maße vereinheitlicht. Dabei waren allerdings Abweichungen von der bis dahin gebräuchlichen Schaltungsart notwendig. Für die AM-Demodulation steht nur eine einzige Diodenstrecke zur Verfügung, so daß es nicht möglich ist, eine verzögerte Regelspannung zu gewinnen. Spitzenempfänger, bei denen man auf diese Feinheit nicht verzichten möchte, sind entweder mit einer getrennten Doppeldiode als Verhältnisdetektor und einer Doppeldiode-Triode zur AM-Demodulation, Erzeugung einer verzögerten Regelspannung und Nf-Spannungsverstärkung ausgestattet oder sie verwenden eine der Kombinationsröhren E/UABC 80 und haben daneben noch eine Kombinationsröhre mit wenigstens einer Diodenstrecke, die zur Erzeugung verzögerter Regelspannung herangezogen wird. Da die Katode k I zu Diodenstrecken verschiedener Art und Verwendung gehört, kann ihr Potential nicht in der üblichen Weise durch einen Katodenwiderstand hochgelegt werden; in solchem Falle hätten die Katoden der Diodenstrecke d II und d III unterschiedliches Potential und die AM-Diode d I wäre vorgespannt. Man könnte die für das Triodensystem erforderliche Gittervorspannung halbautomatisch durch Spannungsabfall des gesamten Anodenstromes des betreffenden Empfängers an einem Widerstand gewinnen, doch wäre der Aufwand dann bedeutend größer als bei der Lösung, die allgemein vorgezogen wird, nämlich der Erzeugung der Gittervorspannung durch den Spannungsabfall, den der Gitteranlaufstrom an einem hohen Gitterableitwiderstand (10...20 MΩ) hervorruft. Es stellt sich hierbei eine Gittervorspannung von etwa —0,7...—0,8 V ein. Man arbeitet also noch im Gitterstrom-

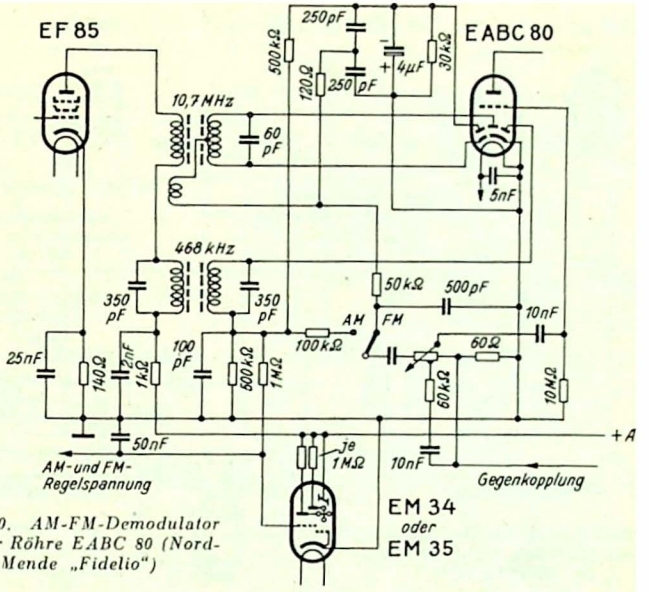


Bild 40. AM-FM-Demodulator mit der Röhre EABC 80 (Nord-Mende „Fidelio")

bereich. Der Gitterstrom ist allerdings durch den hohen Gitterwiderstand so klein (0,07...0,08 µA), daß größere Verzerrungen durch ihn nicht zu befürchten sind.

Trotz der Anhäufung von drei verschiedenen Funktionen in einer Röhre ist die Schaltung verhältnismäßig einfach, wie das Beispiel der Verwendung der Röhre EABC 80 im Nordmende-Empfänger „Fidelio" **(Bild 40)** zeigt. Da die Kanäle der AM- und FM-Regelspannung ständig zusammengeschaltet sind, bedarf es zum Übergang von AM- auf FM-Empfang nur eines einzigen Umschalters, der das als Lautstärkeregler dienende Potentiometer an den jeweils gewünschten Demodulator anschließt. Eine Umschaltung der Regelspannung ist nicht erforderlich, weil jeweils nur derjenige Demodulator Regelspannung erzeugt, dem die Zwischenfrequenz zugeführt wird, auf die er abgestimmt ist. Die Umschaltung der Regelspannung erfolgt gewissermaßen durch die Umschaltung des Oszillators. Da eine der Katoden der Röhre

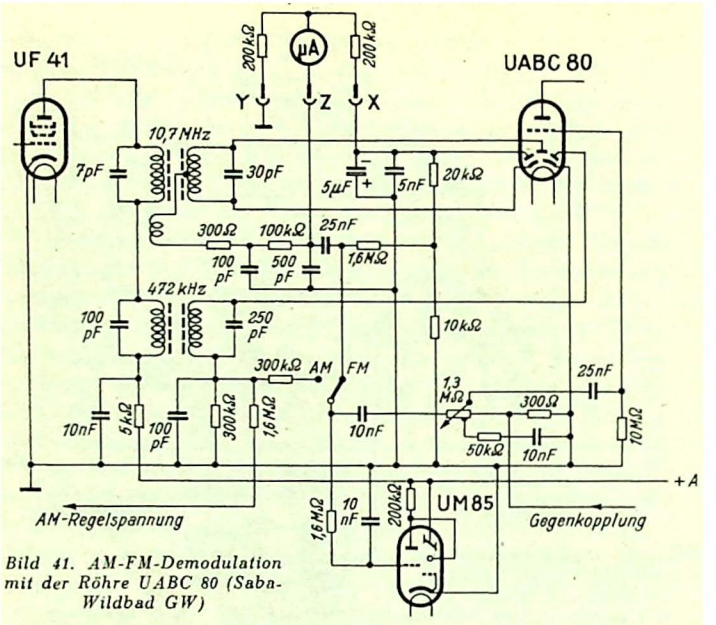


Bild 41. AM-FM-Demodulation mit der Röhre UABC 80 (Saba-Wildbad GW)

EABC 80 und ihrer Paralleltypen immer auf Chassispotential liegt, läßt sich mit diesen Röhren nur ein unsymmetrischer Verhältnisdetektor aufbauen.

Ein Beispiel für die Verwendung der Röhre UABC 80 zeigt **Bild 41** mit einem Ausschnitt aus dem Saba-Empfänger „Wildbad" GW. Hier ist auf die Verwendung der Spannung am Ladekondensator des Verhältnisdetektors als Regelspannung verzichtet. Lediglich bei AM-Empfang werden die Zf-Verstärkerröhre UF 41 und das Heptodensystem der Mischröhre UCH 81 geregelt. Wie bei mehreren neuzeitlichen Empfängern sind zwei Punkte des Verhältnisdetektors mit Anschlußbuchsen versehen, die in Verbindung mit einer mit dem Chassis verbundenen dritten den Abgleich gestatten. Dazu dient ein Gerät der angedeuteten Art, das aus einem Mikroamperemeter (0...50 µA, Nullpunkt in der Mitte des Skalenbogens) und zwei möglichst gleich großen Widerständen besteht.

EABC 80, HABC 80, PABC 80, UABC 80

EABC 80 = 6 AK 8 ≈ 6 T 8; HABC 80 = 19 T 8; PABC 80 = 9 AK 8

Heizdaten	EABC 80	HABC 80	PABC 80	UABC 80	
Heizspannung	6,3	19	9,5	28,5	V
Heizstrom	0,45	0,15	0,3	0,1	A

Allgemeine Meßdaten a) des Triodensystems:

Anodenspannung	250	200	170	100	V
Gittervorspannung	−3	−2	−1,55	−1	V
Anodenstrom	1	1,35	1,5	0,8	mA
Steilheit	1,2	1,5	1,65	1,4	mA/V
Verstärkungsfaktor	70	70	70	70	
Innenwiderstand	58	46	42	50	kΩ

b) der Diodenstrecken II und III zur Frequenzdemodulation:

Diodenspannung	5	V
Diodenstrom	25	mA
Innenwiderstand	200	Ω

c) der Diodenstrecke I zur Amplitudendemodulation:

α) bei der EABC 80, HABC 80 und UABC 80; β) bei der 6 T 8 u. 19 T 8

	α)	β)	
Diodenspannung	10	5	V
Diodenstrom	2	25	mA
Innenwiderstand	5000	200	Ω

Betriebsdaten als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung, $R_K = 0\ \Omega$, $R_{g_1} = 10\ M\Omega$

Betriebsspannung	250	200	100	V
Anodenwiderstand	200	200	200	kΩ
Anodenstrom	0,8	0,6	0,2	mA
Verstärkung	59	56	44	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff} = 4$ V	0,25	0,4	1,2	%

Grenzdaten (Maximalwerte) a) des Triodensystems:

Anodenspannung	300	V
Anodenbelastung	1	W
Katodenstrom	5	mA
Gitterableitwiderstand	3	MΩ
(bei Vorspannung durch R_g)	22	MΩ
Spannung Faden/Schicht	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ

b) der Diodenstrecken:

	Diode II u. III	Diode I	
bei der E/H/UABC 80			
bei der 6/19 T 8	I, II u. III		
Diodenspitzenspannung in Sperrichtung	350	350	V
Mittlerer Gleichstrom	10	1	mA
Diodenspitzenstrom	75	6	mA

EBC 41; UBC 41

Durch die Einführung des UKW-FM-Rundfunks ist die Doppeldiode-Triode als Standardröhre der meisten Empfänger von der Doppeldiode-Diode-Triode (E/UABC 80) verdrängt worden, weil sich die Doppeldiode nach ihren Daten und ihrer Kombination mit dem Triodensystem nicht zum Aufbau eines Verhältnisdetektors eignet. Die beiden Rimlockröhren werden nur noch verwendet, wenn es darauf ankommt, den Preis möglichst niedrig zu halten. Durch Verwendung der Röhren ECH 81 oder UCH 81 in der Mischstufe ist eine sehr einfache Superschaltung möglich, wie das Beispiel der

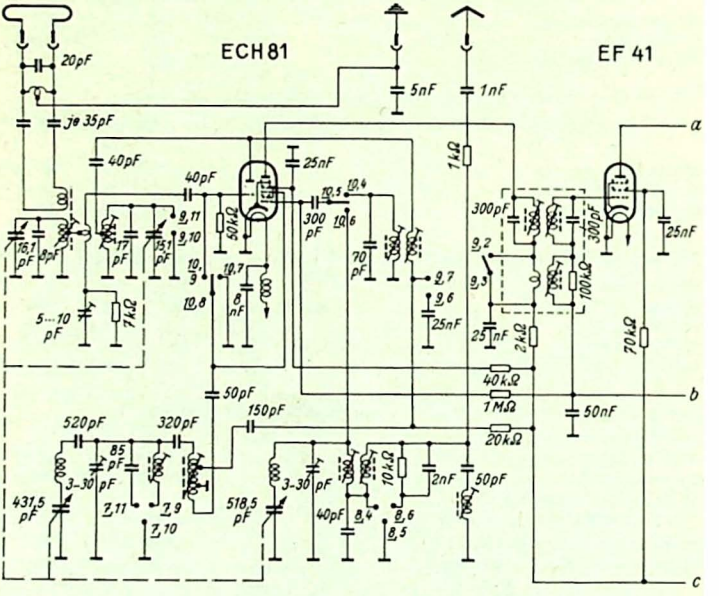
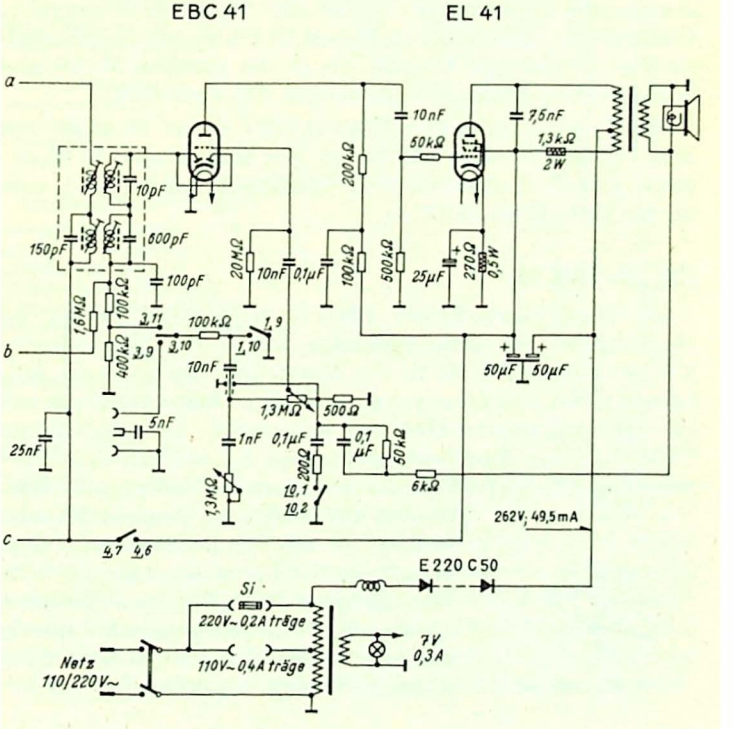


Bild 42. Diodenstrecken der Röhre EBC 41 als FM-Flankendemodulator. Bei UKW-Empfang arbeitet das Triodensystem der Röhre ECH 81 als selbstschwingende Mischtriode, das Heptodensystem als Zf-Verstärkerröhre (Grundig 940/942 W)

Empfänger Grundig 940/942 W **(Bild 42)** zeigt. Während bei AM-Empfang das Heptodensystem der Röhre ECH 81 in der üblichen Weise Empfangs- und Oszillatorfrequenz mischt, arbeiten bei FM-Empfang das Triodensystem als selbstschwingende Mischstufe und das Heptodensystem als Zf-Verstärkerstufe auf 10,7 MHz. Bei FM erfolgt die Demodulation durch die beiden parallelgeschalteten Diodenstrecken der Röhre EBC 41 durch Verstimmung des gesamten Zf-Verstärkers, d. h. durch Einstellung des Eingangs- und Oszillatorkreises oberhalb oder unterhalb der Empfangsfrequenz. Dann wandelt die Durchlaßkurve des letzten Zf-Kreises FM in AM um, die in der üblichen Weise gleichgerichtet wird. Man erkennt Empfänger dieser Art daran, daß sie ein und denselben Sen-



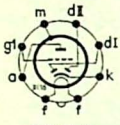
EBC 41, UBC 41

Heizdaten

	EBC 41	UBC 41
Heizspannung	6,3 V	14 V
Heizstrom	0,23 A	0,1 A

Grenzdaten des Diodenteils je System

Anodenspannung	200 V
Anodenstrom	0,8 mA



EBC 41
UBC 41

Grenzdaten des Triodenteils (Maximalwerte)

	EBC 41	UBC 41	
Anodenspannung	300	250	V
Anodenbelastung	0,5	0,5	W
Katodenstrom	5	5	mA
Gitterableitwiderstand	3	3	MΩ
Spannung Faden/Schicht	100	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20	20	kΩ

der an zwei benachbarten Stellen der Skala verzerrungsfrei wiedergeben. Allerdings ist darauf zu achten, ob es sich nicht um eine Pendelstufe handelt, die in der gleichen Weise und unter gleichen Abstimmerscheinungen FM demoduliert.

Das Triodensystem der EBC 41/UBC 41 ist identisch mit dem Triodensystem der EABC 80. Die dort gegebenen Kenndaten und Betriebsdaten des Triodenteils gelten also auch für die EBC 41 und UBC 41.

EBC 91; HBC 91

Die Doppeldiode-Triode EBC 91 bezw. HBC 91 ist die Nachfolgerin der entsprechenden Röhre der Rimlockserie EBC 41 bezw. UBC 41 in der Novalserie. Sie wird als AM-Demodulator, zur Erzeugung verzögerter Regelspannung und zur Nf-Spannungsverstärkung verwendet. Im eigentlichen UKW-Teil von Rundfunkempfängern hat sie nirgends Verwendung gefunden. Wenn sie trotzdem in Geräten mit UKW-Bereich anzutreffen ist (Lorenz, Schaub), so dient ein mit Germaniumdioden ausgestatteter Verhältnisdetektor als FM-Demodulator. Lediglich das Triodensystem als Nf-Spannungsverstärkerstufe ist beim Empfang beider Modulationsarten in Betrieb.

EBC 91, HBC 91

EBC 91, HBC 91

EBC 91 = 6 AV 6; HBC 91 = 12 AV 6

Heizdaten

	EBC 91	HBC 91	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,3	0,15	A

Allgemeine Meßdaten

a) des Triodensystems

Anodenspannung	250	100	V
Gittervorspannung	—2	—1	V
Anodenstrom	1,2	0,5	mA
Steilheit	1,6	1,25	mA/V
Verstärkungsfaktor	100	100	
Innenwiderstand	62,5	80	kΩ

b) der Diodenstrecken:

Diodenspannung	10	V
Diodenstrom	1	mA
Innenwiderstand	10	kΩ

Betriebsdaten als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

Betriebsspannung	350	250	200	100	V
Anodenwiderstand	220	220	220	220	kΩ
Katodenwiderstand	1,5	3	2,4	1,5	kΩ
(Gittervorspannung	—1,3	—1,5	—0,9	—0,3	V)
Anodenstrom	0,85	0,5	0,375	0,2	mA
Verstärkung	75,5	63	60	45	fach
Klirrfaktor	1,6	1	2,7	3,4	%

Grenzdaten (Maximalwerte)

a) des Triodensystems:

Anodenspannung	300	V
Anodenbelastung	1	W
Katodenstrom	4	mA
Gitterableitwiderstand	3	MΩ
Spannung Faden/Schicht	50	V
Widerstand Faden/Schicht	10	kΩ

b) der Diodenstrecken:

Diodenspannung, Scheitelwert	200	V
Mittlerer Gleichstrom	1	mA

EBF 80; UBF 80

Die Doppeldiode-Regelpentode EBF 80 bzw. UBF 80 hat eine Vorläuferin in der Stahlröhre EBF 11 bzw. UBF 11. In der Rimlockserie trat die Röhre EAF 42 bzw. UAF 42 an die Stelle der gleichen Vorläufertype, doch konnte bei acht Sockelpolen nur eine Diodenstrecke zu dem Regelpentodensystem hinzugenommen werden. Das Pentodensystem der Röhre EBF 80 bzw. UBF 80 kann in Hf- und Zf-Verstärkern und in Nf-Spannungsverstärkern verwendet werden.

EBF 80, UBF 80

EBF 80 = 6 N 8

Heizdaten

	EBF 80	UBF 80	
Heizspannung	6,3	17	V
Heizstrom	0,3	0,1	A

Allgemeine Meßdaten des Pentodensystems (zugleich Betriebsdaten bei Hf- und Zf-Verstärkung):

Betriebsspg./Anodenspg.	250	200	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	95	68	47	47	kΩ
Katodenwiderstand	300	295	295	295	Ω
Gittervorspannung von	−2	−2	−2	−1,15	V
Gittervorspannung bis	−41,5	−31,5	−26,5	−15,5	V
Anodenstrom	5	5	5	2,8	mA
Schirmgitterstrom	1,75	1,75	1,75	1	mA
Steilheit von	2,2	2,2	2,2	1,9	mA/V
Steilheit bis	22	22	22	19	µA/V
Innenwiderstand	1,4	1	0,9	0,9	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	6,8	6,2	6,2	4,6	kΩ

Betriebsdaten des Pentodensystems als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

a) in Pentodenschaltung. R_k = 0 V, R_{gi} = 10 MΩ, R_a = 220 kΩ

Betriebsspannung	250	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	1	0,82	0,82	MΩ
Anodenstrom	0,75	0,56	0,32	mA
Schirmgitterstrom	0,25	0,19	0,11	mA
Verstärkung	160	140	100	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff}$ = 5 V	1,4	1	3	%

b) in Triodenschaltung (Gitter 2 mit Anode verbunden), R_{g1} = 10 MΩ, R_a = 100 kΩ

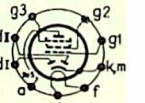
Betriebsspannung	250	170	100	V
Anodenstrom	2,16	1,4	0,8	mA
Verstärkung	15	14	12	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff}$ = 5 V	3,1	3,8	4,7	%

Grenzdaten (Maximalwerte)

a) des Pentodensystems:	EBF 80	UBF 80	
Anodenspannung	300	250	V
Schirmgitterspannung, ungeregelt	300	250	V
„ bei $I_a \leq$ 2 mA	125	125	V
Anodenbelastung	1,5		W
Schirmgitterbelastung	0,3		W
Katodenstrom	10		mA
Gitterableitwiderstand	3		MΩ
(„ bei Vorspannung durch R_g	22		MΩ)
Spannung Faden/Schicht	100	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20		kΩ
Kapazität Gitter/Anode	0,0025		pF

b) der Diodenstrecken:

Diodenspitzenspg. in Sperr.	350	V	EBF 80
Mittlerer Gleichstrom	0,8	mA	UBF 80
Diodenspitzenstrom	5	mA	



EC 92; UC 92

Die steile Triode EC 92 bezw. UC 92 hat den Eingangs- und Mischstufen des UKW-Bereiches eine Vielgestaltigkeit der Schaltung verliehen, wie sie zu keiner Zeit bei irgendeiner Empfängerstufe geherrscht hat. Auf der Suche nach größter Empfindlichkeit bei geringstem Rauschen sind zahlreiche Schaltungsmöglichkeiten mit Erfolg verwendet worden, doch läßt sich noch keineswegs erkennen, in welcher Richtung die endgültige Lösung des Problems, die zweifelsohne einmal kommen wird, liegt. Die Sachlage wird dadurch noch unübersichtlicher, daß sowohl das Triodensystem der Röhre ECH 81 als auch die Doppeltrioden ECC 81 und ECC 85 wie eine oder zwei Trioden EC 92 verwendet werden. Im großen und ganzen gesehen ist die Tendenz bemerkbar, eine UKW-Eingangs- und Mischschaltung für alle Empfänger eines bestimmten Herstellers zu verwenden. Diese Neigung ist durch die Notwendigkeit ausgelöst worden, die Störstrahlung des UKW-Oszillators durch die Empfangsantenne zur Vermeidung einer Beeinträchtigung des Fernsehempfanges zu unterdrücken. Aus fabrikatorischen, nicht aus schaltungstechnischen Gründen ist es zweckmäßiger, die verschiedenen Empfänger eines oder mehrerer Baujahre mit der gleichen strahlungssicheren UKW-Eingangsschaltung auszustatten.

Ziemlich übersichtlich ist die Schaltungstechnik der Röhren EC 92 und UC 92 als selbstschwingende, additive Mischstufe, wie sie die **Bilder 43** und **44** zeigen, sei es als erste Empfängerstufe oder als zweite Stufe hinter einer Hf-Verstärkerstufe. Dabei sind mehrere Schaltungsvarianten möglich. Entweder ist der Gitterkreis abgestimmt und der Anodenkreis unabgestimmt (Bild 44) oder umgekehrt (Bild 43). Die Ankopplung an den Antennenkreis bzw. den Anodenkreis der Vorröhre kann auf zweierlei Art geschehen. In jedem Falle kommt es darauf an, die Empfangsspannung dem neutralen Punkt des Gitterkreises der schwingenden Triode zuzuführen. Dazu kann eine Spulenanzapfung benutzt werden (Bild 43) oder ein kapazitiver Spannungsteiler parallel zum Gitterkreis (Bild 44). In jedem dieser Fälle ist es möglich, durch einen Trimmer am Fußpunkt des Gitterkreises das Minimum

der am Gitterkreis stehenden Oszillatorspannung auf den Punkt zu legen, an dem die Empfangsspannung eingespeist wird. Mittels dieses Trimmers erfolgt auch der Abgleich des Empfängers auf geringste Störstrahlung. Es ist zweckmäßig, während der Reparatur eines Empfängers Veränderungen an den in Betracht kommenden Kreisen und an der Einstellung dieses Trimmers zu vermeiden.

Zur besseren Anpassung des Innenwiderstandes der selbstschwingenden Mischtriode an den Resonanzwiderstand des ersten Zf-Filters wird in den meisten Fällen der Innenwiderstand der Röhre durch Rückkopplung heraufgesetzt. Auch hierbei werden verschiedene Wege beschritten. Neben der Katodenrückkopplung mittels einer Windung im Katodenkreis auf den ersten Zf-Kreis (Bild 43) findet man die phasenrichtige Rückführung eines Teils der Zf-Spannung an den Fußpunkt des Gitterkreises (Bild 44), wobei diese Zf-

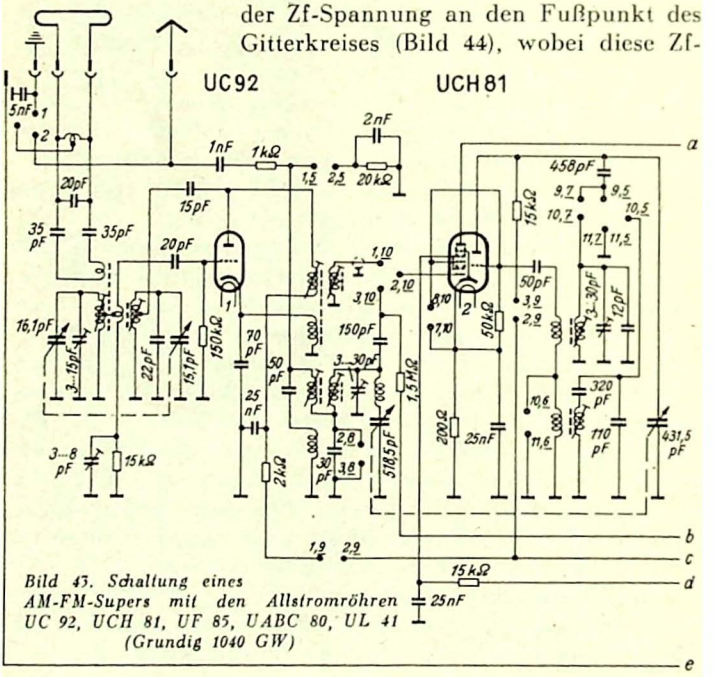
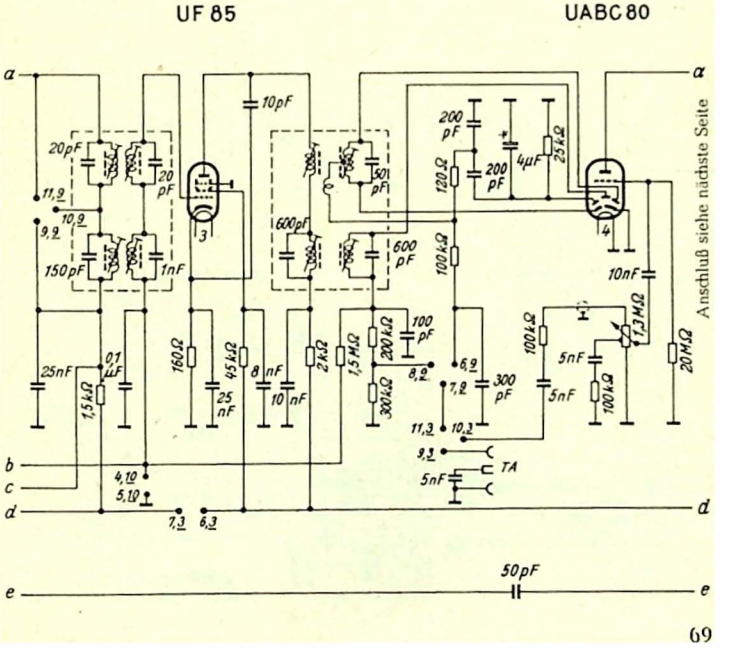


Bild 43. Schaltung eines AM-FM-Supers mit den Allstromröhren UC 92, UCH 81, UF 85, UABC 80, UL 41 (Grundig 1040 GW)

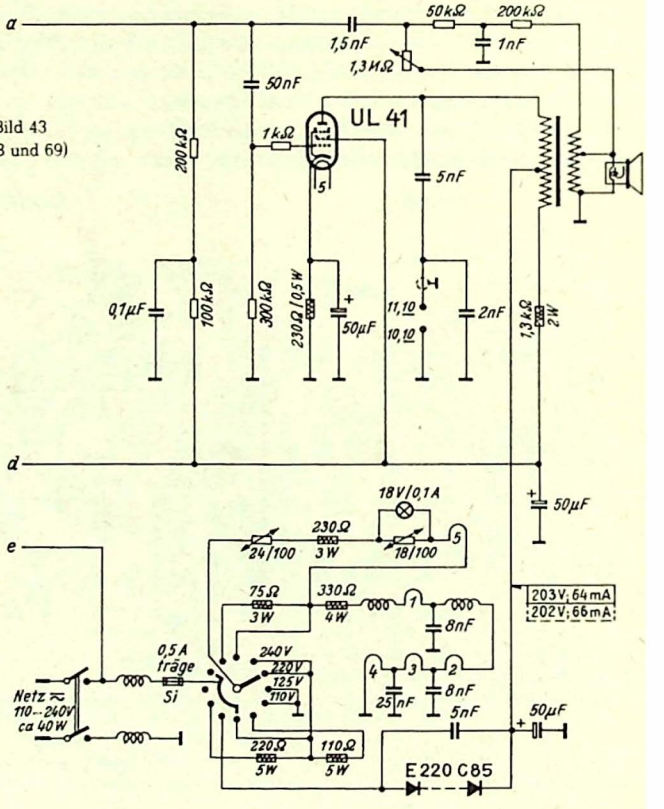
Spannung im vorliegenden Falle durch Spannungsabfall am Widerstand R_1 entsteht und dem kapazitiven Spannungsteiler C_1, C_2 am Fußpunkt des abgestimmten Gitterkreises zugeführt wird. In ähnlicher Weise wird bei Katodenrückkopplung der Mischtriode die durch wenige Windungen neben dem Erdungspunkt gewonnene Zf-Spannung über einen Trimmer dem Gitterkreis zugeführt (Bild 45); die veränderliche Kapazität des Trimmers gestattet nachträgliche Einstellung der Zf-Rückkopplung auf günstigsten Wirkungsgrad.

Sehr oft wird die Triode EC 92 nicht nur als selbstschwingende Mischstufe, sondern auch als Vorröhre verwendet, wobei es darauf ankommt, sowohl möglichst geringes Rauschen zu erzielen, das der Gesamtempfindlichkeit des Empfängers zugute kommt, als auch eine Trennstufe zur Unterdrückung der Störstrahlung zwischen Oszillator und Antenne zu legen. Hier empfiehlt sich die Gitterbasisschaltung, weil bei ihr das geerdete Steuergitter wie ein Schirm wirkt und die Kapazität



zwischen Anode und Katode, die eine Kopplungskapazität zwischen dem in der Katodenleitung liegenden Eingangskreis und dem Anodenkreis bildet, ein Minimum ausmacht. Etwas günstiger wirkt die Zwischenbasisschaltung, bei der eine Anzapfung der Katode und Steuergitter verbindenden Spule eines auf Bandmitte abgestimmten Schwingungskreises an Erde liegt. Dadurch bewirkt der Katodenstrom Gegenkopplung, die vor allem dann die Schwingneigung der ersten Röhre herabsetzt, wenn eine Antenne mit einem anderen Widerstand als demjenigen benutzt wird, für den Antennen-

Zu Bild 43
(Seite 68 und 69)



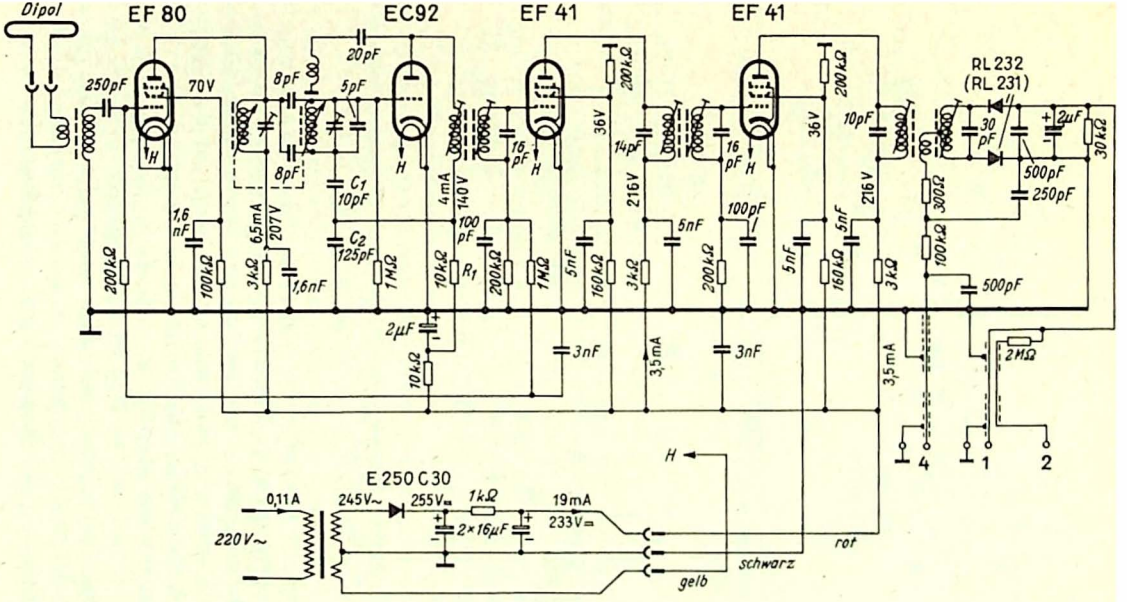


Bild 44. Pentode EF 80 als Hf-Vorstufe, Triode EC 92 als selbstschwingende Mischtriode, Pentoden EF 41 als amplitudenbegrenzende Zf-Verstärkerröhren, von denen die erste die Regelspannung für die Vorstufe liefert (Saba-UKW-S III)

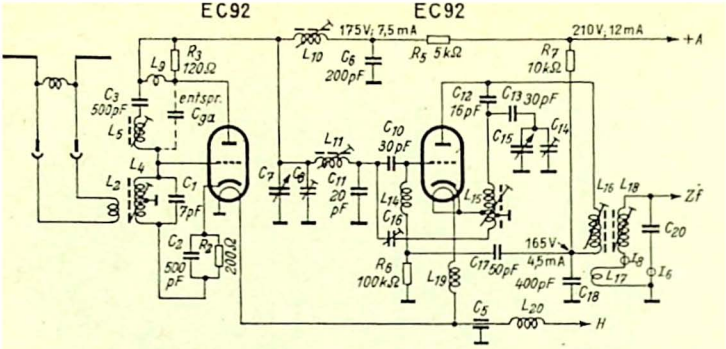


Bild 45. UKW-Vor- und Mischstufe mit den Trioden EC 92 (UKW-Teil der Nordmende-Empfänger „Othello", „Fidelio", „Carmen 54", „Rigoletto", „Oberon", „Caruso")

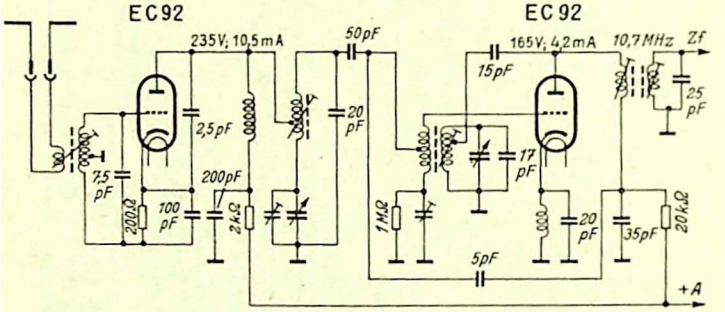
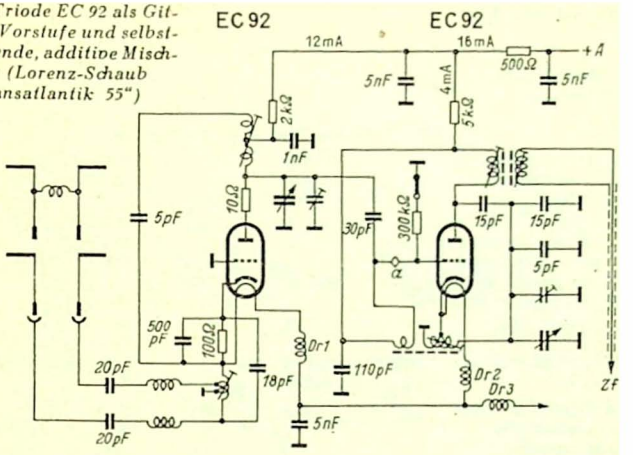


Bild 46. UKW-Vorstufe in Zwischenbasisschaltung und selbstschwingende, additive Mischstufe mit Trioden EC 92 (UKW-Eingangsschaltung der Graetz-Empfänger 174 W, 176 W, 177 W)

und Gitterkreis dimensioniert sind. Außerdem fügt man noch eine frequenzabhängige Gegenkopplung von der Anode auf den Gitterkreis ein, die bei der Resonanzfrequenz des Gitterkreises die geringste Wirkung ausübt, nach beiden Enden des Frequenzbandes aber zunimmt; sie bewirkt eine Vergrößerung der Selektivität. In zahlreichen Empfängern benutzt Nordmende die in **Bild 45** wiedergegebene UKW-Eingangs- und Mischschaltung mit zwei Röhren EC 92. Die Spule L_5 bildet mit der Gitter-Anoden-Kapazität der Röhre einen auf die Frequenz des Kreises L_4, C_1 abgestimmten Schwin-

Bild 47. Triode EC 92 als Gitterbasis-Vorstufe und selbstschwingende, additive Mischstufe (Lorenz-Schaub „Transatlantik 55")



gungskreis, der bei Resonanzfrequenz einen reinen Wirkwiderstand darstellt, bei abseits liegenden Frequenzen aber in steigendem Maße einen induktiven oder kapazitiven Blindwiderstand. Der Widerstand R_3 und die Drossel L_9 unterdrücken die Schwingneigung der Stufe im Dezimetergebiet. In ähnlicher Weise erzielt Graetz in der vielfach verwendeten UKW-Eingangsschaltung nach **Bild 46** Gegenkopplung. Auch hier ist eine Zwischenbasisschaltung verwendet, die bereits Gegenkopplung bewirkt. Zusätzlich ist aber noch ein zweiter Gegenkopplungskanal von der Anode über den Kondensator von 2,5 pF zur Katode geschaffen. Die hier aus dem Anodenkreis abfließende Hochfrequenz gelangt wie der Katodenstrom in den unteren Teil der Gitterkreisspule und bewirkt zusätzlich Gegenkopplung. In ähnlicher Weise gehen Schaub-Lorenz **(Bild 47)** vor. Beim UKW-Teil des Empfängers „Transatlantic 55" ist die Antenne galvanisch mit dem Katodenkreis der Gitterbasisstufe verbunden. Hier bewirken ein Teil der Anodenkreisspule und ein zum Katodenaggregat führender Kondensator Gegenkopplung.

Um die Zahl der Schaltungsvarianten voll zu machen, zeigt **Bild 48** die Eingangsstufen der Grundig-Super 5040 W und 5050 W, bei denen eine Triode EC 92 und das linke System

EC 92, UC 92

EC 92 = 6 AB 4

Heizdaten

	EC 92	UC 92	
Heizspannung	6,3	9,5	V
Heizstrom	0,15	0,1	A

Betriebsdaten als Hf-Verstärker

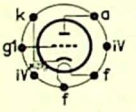
Anodenspannung	250	200	170	100	V
Gittervorspannung	—2	—1	—1	—1	V
Anodenstrom	10	11,5	8,5	3	mA
Steilheit	5,5	6,7	5,9	3,75	mA/V
Verstärkungsfaktor	60	70	66	62	
Innenwiderstand	11	10,4	11,2	16,5	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz	ca. 8 kΩ				
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca. 700	600	700	1000	Ω

Betriebsdaten als selbstschwingende Mischröhre in additiver Mischung
R_{g1} = 1 MΩ, $U_{osz\ eff}$ = 2,5 V

Anodenspannung	250	200	170	100	V
Anodenstrom	7,6	5	4	1,5	mA
Mischsteilheit	2,1	1,9	1,7	1,3	mA/V
Oszillatorgleichspannung	—4,2	—4,2	—3,7	—3	V
Innenwiderstand	17,5	21,5	24,5	17	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca. 1,8	1,85	2,1	2,5	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz	ca. 10...12 kΩ				

Grenzdaten (Maximalwerte)

	EC 92	UC 92	
Anodenspannung	300	250	V
Anodenbelastung	2,5	2,5	W
Katodenstrom	15	15	mA
Gitterableitwiderstand	1	1	MΩ
Spannung Faden/Schicht	90	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20	20	kΩ



EC 92, UC 92

der Doppeltriode ECC 81 eine Cascodestufe bilden, während das rechte Triodensystem der Röhre ECC 81 als selbstschwingende Mischstufe arbeitet. Wenn man beachtet, daß die eingezeichneten Drosseln Hochfrequenz sperren, bemerkt man, daß die linke Katode der Doppelröhre mit der Anode der EC 92 unmittelbar verbunden ist. Man erzielt dadurch mit den beiden Röhren die gleiche Verstärkung wie mit einer Pentode, ohne dabei stärkeres Rauschen als das einer Triode in Kauf nehmen zu müssen. Hinsichtlich der Unterdrückung der Störstrahlung läßt sich eine solche Schaltung durch Verwendung der Doppeltriode ECC 85 noch günstiger gestalten.

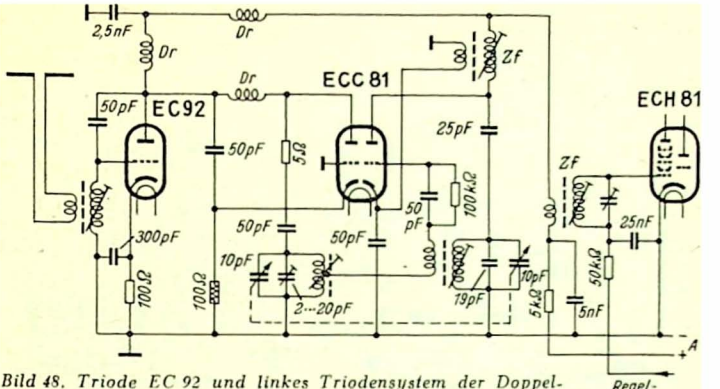


Bild 48. Triode EC 92 und linkes Triodensystem der Doppeltriode ECC 81 in Cascodeschaltung, rechtes System als selbstschwingende Mischstufe (Grundig 5040 W, 5050 W)

ECC 81

Die Vorteile einer UKW-Eingangsschaltung mit zwei Trioden EC 92, davon eine als selbstschwingende Mischröhre und die zweite als Vorröhre in Gitter- oder Zwischenbasisschaltung, lassen eine Doppeltriode als vorteilhaft erscheinen, die zwei gleiche Triodensysteme mit den Eigenschaften der Röhre EC 92 umfaßt. Eine solche Röhre ist die ECC 81, die lediglich in den Heizdaten von der Triode EC 92 abweicht. Der beiden Triodensystemen gemeinsame Heizfaden ist unterteilt; beide Hälften können parallel mit 6,3 V, hintereinandergeschaltet mit 12,6 V Heizspannung betrieben werden. Die Heizströme betragen 0,3 bezw. 0,15 A.

Allerdings wird die Röhre ECC 81 in steigendem Maße von der Doppeltriode ECC 85 abgelöst, weil sie hinsichtlich der Ausstrahlungen der Oszillatorfrequenz nicht mehr den Erfordernissen genügt. Zwischen den Anoden der beiden Triodensysteme weist die Röhre ECC 81 eine Kapazität von 0,4 pF auf. Da die Anode des als selbstschwingende Mischstufe benutzten Systems erhebliche Oszillatorspannung aufweist, gelangt über diese Kapazität Hf-Spannung an die Anode des als Vorröhre geschalteten Systems und von dort über das Steuergitter in den Antennenkreis. Die Doppeltriode

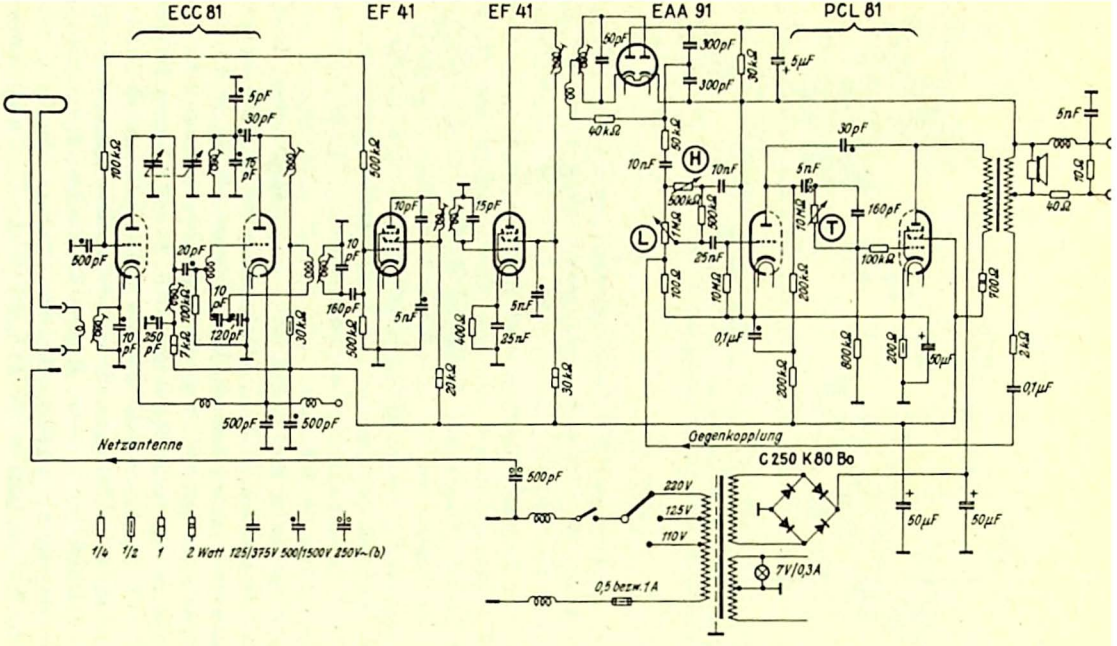


Bild 49. Schaltung des UKW-Rundfunksupers Kaiser W 1032

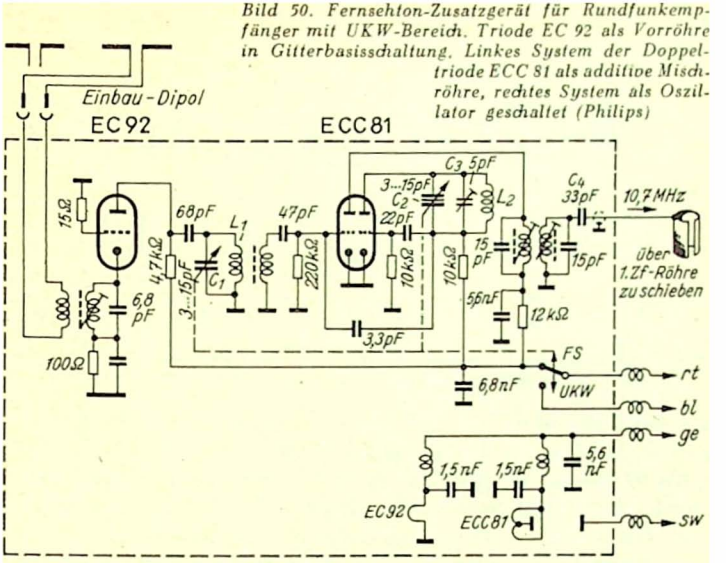


Bild 50. Fernsehton-Zusatzgerät für Rundfunkempfänger mit UKW-Bereich. Triode EC 92 als Vorröhre in Gitterbasisschaltung. Linkes System der Doppeltriode ECC 81 als additive Mischröhre, rechtes System als Oszillator geschaltet (Philips)

ECC 85 weist bei ähnlichen Eigenschaften wie die ECC 81 zwischen den beiden Anoden nur eine Kapazität von 0,04 pF auf, so daß sich die das Fernsehen störende Strahlung leichter vermeiden läßt. Diese Kapazitätsverminderung auf den zehnten Teil ist durch eine besondere Abschirmung innerhalb der Röhre gelungen.

Hinsichtlich der Verwendung der Doppeltriode ECC 81 kann auf die Triode EC 92 verwiesen werden. Es ist hier aber der Ort, auf einige besondere Schaltungen aufmerksam zu machen, in denen u. a. die Röhre ECC 81 verwendet wird. Da wäre zuerst der erste UKW-Spezialsuper des deutschen Marktes zu nennen, der für die Hand des Rundfunkhörers bestimmt ist, der Kaiser-UKW-Spezialsuper W 1032 **(Bild 49)**. Die Schaltung der beiden Triodensysteme der Röhre ECC 81 unterscheidet sich von den bereits angeführten Beispielen durch die Regelung des ersten, in Gitterbasisschaltung arbeitenden Systems. Die Regelspannung wird aber nicht vom Verhältnisdetektor hervorgebracht, sondern von der ersten,

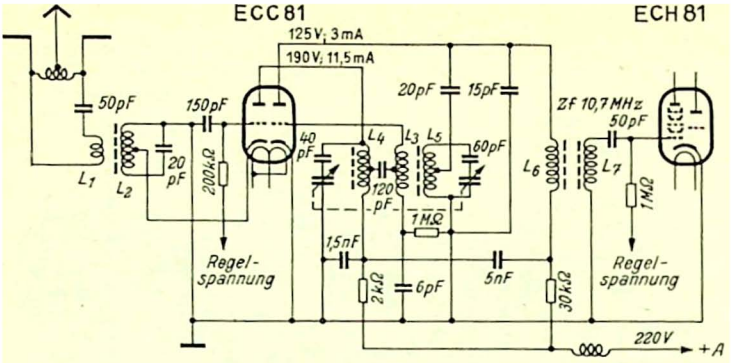


Bild 51. Doppeltriode ECC 81 als Hf-Vor- und selbstschwingende Mischstufe; linkes Triodensystem in Gitterbasisschaltung (Emud-Record 200)

mit der Pentode EF 41 bestückten Zf-Verstärkerstufe, die zugleich als Amplitudenbegrenzer geschaltet ist. Durch den Gitterkondensator von 160 pF und den Gitterableitwiderstand von 500 kΩ erfolgt Gleichrichtung der Zwischenfrequenz. Daß dabei auch eine Regelspannung gewonnen wird, erkennt man sofort, wenn man die Katode und das Steuergitter der Pentode als Diodenstrecke betrachtet. Die Regelspannung wird über Widerstände von 500 kΩ und 100 kΩ dem Steuergitter der ersten Röhre zugeführt, das durch den Kondensator von 500 pF hochfrequenzmäßig auf Erdpotential liegt.

In mehrfacher Hinsicht ist das in **Bild 50** gezeigte Fernsehton-Zusatzgerät von Philips interessant. Es verwendet eine Triode EC 92 als Gitterbasisstufe, das linke System der Doppeltriode ECC 81 als Mischröhre und das rechte System als Oszillator. Die verstärkte Empfangsspannung gelangt durch Induktion vom Kreis L_1, C_1 an das Steuergitter der Mischröhre, die Oszillatorspannung über den Kondensator von 3,3 pF zwischen die Gitter. Die Schaltung läßt klar die transformierende Wirkung der EC 92 in Gitterbasisschaltung erkennen; sie wandelt den Antennenwiderstand auf den Resonanzwiderstand des Kreises L_1, C_1, eine Aufgabe, die sie in den allermeisten Fällen erfüllt, die aber bei anderen Schaltungen wegen der folgenden selbstschwingenden Mischtriode nicht so klar zu erkennen ist. Das Fernsehton-Zusatz-

ECC 81

ECC 81 = 12 AT 7
enthält 2 Systeme der EC 92 (= 6 AB 4)

Heizdaten	Heizfäden parallel	hintereinander geschaltet	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,3	0,15	A

Betriebsdaten als Hf-Verstärker und als selbstschwingende Mischröhre,
(Werte pro System) siehe bei der EC 92

Grenzdaten (Maximalwerte)
(Werte pro System) siehe bei der EC 92,
Kapazität zwisch. beiden Anoden < 0,4 pF

gerät ist für Rundfunkempfänger mit UKW-Bereich entworfen und arbeitet infolgedessen mit der gebräuchlichen Zwischenfrequenz von 10,7 MHz. Sie wird durch das angedeutete Blech, das über die erste Zf-Röhre des Rundfunkempfängers geschoben wird und mit deren Elektroden eine Kapazität bildet, dem Zf-Verstärker des Rundfunkempfängers zugeführt. Durch den Umschalter UKW/FS erhalten wahlweise das Zusatzgerät oder der UKW-Oszillator des Rundfunkempfängers Anodenspannung.

Schließlich zeigt **Bild 51** die Schaltung der Doppeltriode ECC 81 als Vorröhre in Gitterbasisschaltung und selbstschwingende Mischtriode sowie das Heptodensystem der AM-Misch- und Oszillatorröhre ECH 81, das als erstes Zf-Verstärkersystem dient. Das Steuergitter der Gitterbasisstufe liegt über 150 pF am Chassis und erhält über einen Widerstand von 200 kΩ Regelspannung.

ECC 83

Die Doppeltriode ECC 83 enthält zwei Triodensysteme der EBC 91. Sie dient zur Nf-Verstärkung mit RC-Kopplung und als Phasenumkehrstufe und ist ein Parallelstück zur Doppeltriode ECC 40 der Rimlockserie. Daten siehe Seite 80.

ECC 84; PCC 84

Die Doppeltriode PCC 84 soll als Eingangsstufe für Fernsehempfänger in Cascodeschaltung dienen. Sie ist also für den 200-MHz-Bereich bestimmt, könnte aber auch in UKW-Empfängern Verwendung finden.

ECC 83

ECC 83 = 12 AX 7

Heizdaten

	Heizfäden parallel	hintereinander geschaltet	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,3	0,15	A

Allgemeine Meßdaten und Betriebsdaten als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

(Werte je System) siehe bei der EBC 91, Triodensystem

Grenzdaten (Maximalwerte). Werte pro System

Anodenspannung	300	V
Anodenbelastung	1	W
Katodenstrom	8	mA
Gitterableitwiderstand	1	MΩ
Spannung Faden/Schicht	180	V
Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ

Bei Verwendung als Phasenumkehrröhre unmittelbar vor der Endstufe ist $R_{f/k\ max}$ = 120 kΩ Gleiche Sockelschaltung wie ECC 81

ECC 84, PCC 84 (Forts.)

Auf dem Umweg über den Blaupunkt-Fernsehempfänger F 2053 dient die Doppeltriode PCC 84 dem UKW-FM-Empfang. Der genannte Fernsehempfänger hat nämlich neben den Einstellmöglichkeiten für die Fernsehkanäle auch eine für das 100-MHz-UKW-Band. Dabei dient die Doppeltriode PCC 84 als Hf-Verstärkerröhre in Cascodeschaltung, wie es **Bild 52** erkennen läßt, das einen Ausschnitt aus dem Gesamtschaltbild des Fernsehempfängers darstellt. An den Kontakten 6 bis 13 des Spulenrevolvers liegen die bei UKW-Empfang benutzten Spulen, während darüber die für den Fernsehkanal 2 erforderlichen zu sehen sind. Die Schaltung ist insofern nicht alltäglich, als der Fernsehempfänger mit der Bild-Zf von 23,5 MHz und der Zwischenträger-Ton-Zf von 5,5 MHz arbeitet. Infolgedessen ist doppelte Mischung notwendig, um von der Empfangsfrequenz um 100 MHz über die Bild-Zf zur Ton-Zf zu gelangen. In der Doppeltriode ECC 81 wird die erste Zwischenfrequenz von 23,5 MHz erzeugt, die nach Verstärkung durch die Pentode EF 80_{I} zu der als selbstschwingende, additive Mischstufe dienenden Pentode EF 80_{II} gelangt und dort mit der Oszillatorfrequenz von 29 MHz zur Zwischenfrequenz von 5,5 MHz gemischt wird, für die der Tonkanal des Fernsehempfängers ausgelegt ist.

Die ECC 84, der entsprechende Typ für Wechselstromempfänger, wird nur in Ostdeutschland gefertigt. Daten siehe S. 82.

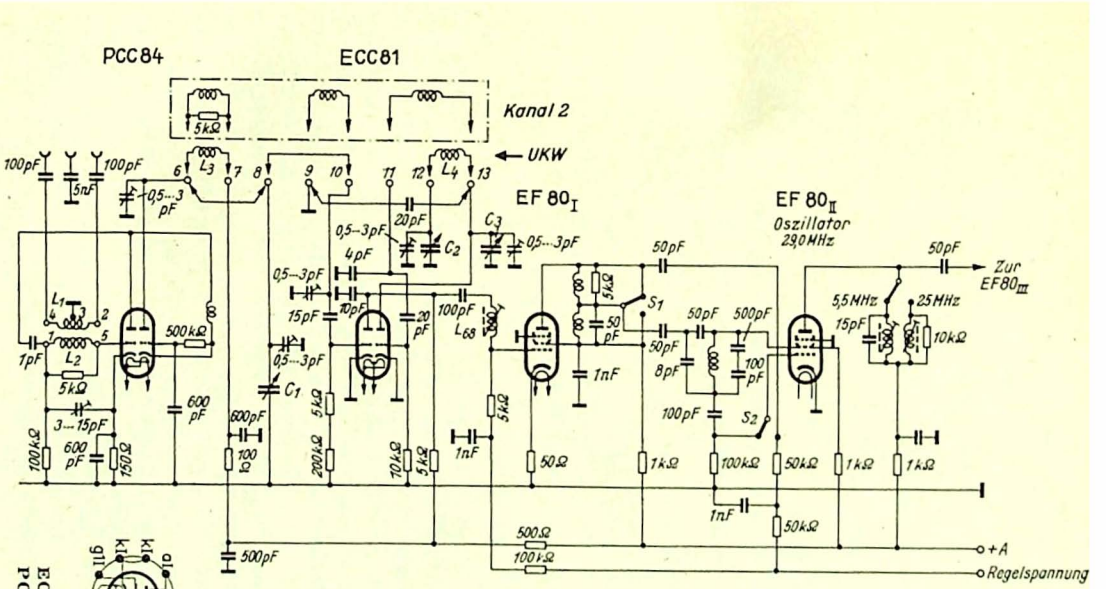


Bild 52. Doppeltriode PCC 84 in Cascodeschaltung beim Blaupunkt-UKW-Fernsehempfänger F 2053

ECC 84, PCC 84

PCC 84 = 7 AN 7

Spezial-Doppeltriode für Cascodeschaltungen im 200-MHz-Bereich. System I ist in Katodenbasis-, System II in Gitterbasisschaltung zu verwenden.

Heizdaten

	ECC 84	PCC 84	
Heizspannung	6,3	7,2	V
Heizstrom	0,34	0,3	A

Kenndaten (Werte je System)

Anodenspannung	90	V
Gittervorspannung	—1,5	V
Anodenstrom	12	mA
Steilheit	6	mA/V
Verstärkungsfaktor	24	
Innenwiderstand	4	kΩ
Eingangswiderstand des Systems I bei f = 200 MHz ca.	3,3	kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte). Werte je System

Anodenspannung	180	V
Anodenbelastung	2	W
Katodenstrom	18	mA
Spannung Faden/Schicht	90	V[1])
Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ

Kapazität zwischen beiden Anoden < 0,035 pF

[1]) Nur bei $U^-_f/^+_{kII}$ bis zu 250 V.

ECC 85; PCC 85; UCC 85

Wie bereits bei der Röhre ECC 81 vermerkt wurde, ist die Doppeltriode ECC 85 die Nachfolgerin der Doppeltriode ECC 81. Wegen der geringen Kapazität von 0,04 pF zwischen den beiden Triodenanoden läßt sich die das Fernsehen störende Strahlung des UKW-Oszillators besser von der Antenne fernhalten als bei der entsprechenden Kapazität von 0,4 pF der ECC 81. Daneben wurden bei den Röhren ECC 85, UCC 85 und PCC 85 die Steilheit und die mechanischen Eigenschaften verbessert. Die beiden erstgenannten Röhren können auch in Cascodeschaltung verwendet werden, wenn man sich davon einen Vorteil verspricht. In der Schaltung unterscheiden sie sich nicht von ihren Vorgängertypen, es sei denn, in der Dimensionierung von Einzelteilen. Nach den Angaben von Philips-Valvo ist die in **Bild 53** gezeigte Schaltung einer Vorstufe in Gitterbasisschaltung mit nachfolgender selbstschwingender Mischstufe dimensioniert. Im Gegensatz

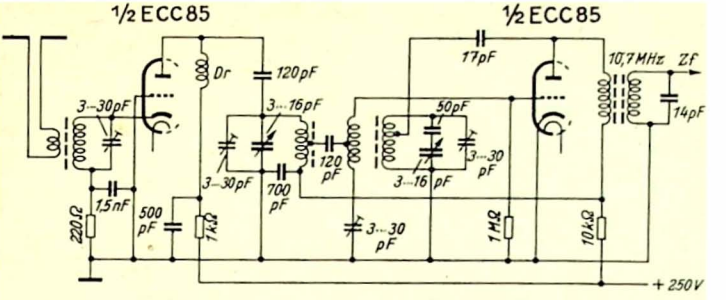


Bild 53. Doppeltriode ECC 85 als Vorstufe in Gitterbasisschaltung und selbstschwingende Mischröhre (nach Angaben von Philips-Valvo)

zu den bereits angeführten Schaltungen für zwei EC 92 und die ECC 81 erhält die erste Triode den Anodenstrom über eine Drossel, so daß der abstimmbare Anodenkreis gleichspannungsfrei ist.

Die Verwendung der Doppeltriode ECC 85 als Vorstufe in Zwischenbasisschaltung und selbstschwingende Mischstufe zeigt **Bild 54,** die Schaltung des Graetz-UKW-Super-Vorsatzes UK 83 WN. Bei der Mischröhre wird die Empfangsspannung über eine Zwischenspule an den kapazitiven Spannungsteiler über dem Gitterkreis an das Steuergitter gebracht. Durch diese Zwischenspule ist auch die Zf-Entdämpfung zur Erhöhung des Innenwiderstandes der Mischröhre für die Zwischenfrequenz wirksam.

ECC 85, PCC 85, UCC 85

ECC 85 = 6 AQ 8; PCC 85 = 9 AQ 8

Die ECC 85 (Werte bei U_a = 250 V) hat einen höheren Verstärkungsfaktor als die PCC 85 und UCC 85.

Heizdaten

	ECC 85	PCC 85	UCC 85	
Heizspannung	6,3	9	26	V
Heizstrom	435	300	100	mA

Allgemeine Meßdaten (Werte je System)

Anodenspannung	250	200	170	100	V
Gittervorspannung	—2,3	—2,1	—1,5	—1,1	V
Anodenstrom	10	10	10	4,5	mA
Steilheit	5,9	5,8	6,2	4,6	mA/V
Verstärkungsfaktor	57	48	50	50	
Innenwiderstand	9,6	8,3	8	10,8	kΩ

ECC 85, PCC 85, UCC 85 (Forts.)

Betriebsdaten als Hf-Verstärker (Werte je System)

Betriebsspannung	250	170		V
Anodenvorwiderstand	1,8	1,5		kΩ
(Anodenspannung	232	157	100	V)
Katodenwiderstand	200	160	170	Ω
(Gittervorspannung	—2	—1,4	—0,95	V)
Anodenstrom	10	8,7	5,4	mA
Steilheit	6	6	5,2	mA/V
Innenwiderstand	9,7	8,4	9,6	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	6	6	7	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	0,5	0,5	0,6	kΩ

Betriebsdaten als selbstschwingende Mischröhre, R_{g1} = 1 MΩ (Werte je System)

Betriebsspannung	250	200	170	100	V
Anodenvorwiderstand	12	8,2	4,7	4,7	kΩ
(Anodenspannung	188	157	147	90	V)
Oszillatorwechselspannung, Effektivwert	3	2,8	2,8	1,8	V
Anodenstrom	5,2	5,2	4,8	2,2	mA
Mischsteilheit	2,3	2,3	2,2	1,7	mA/V
Innenwiderstand	21	15	16	20	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	15	15	15	15	kΩ

Betriebsdaten als fremderregte Mischröhre

	System I als Mischstufe	System II als Oszillator	
Betriebsspannung	180	180	V
Anodenwiderstand	6,7	4,4	kΩ
Anodenstrom	4,5	8	mA
Gitterwiderstand	100	22	kΩ
Oszillatorwechselspannung, Effektivwert	3,5	9	V
Mischsteilheit	2		mA/V
Anodenverlustleistung	0,7	1,2	W
Innenwiderstand	20		kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte), Werte je System

Anodenspannung	300	V
Anodenbelastung	2,5	W
Katodenstrom	15	mA
Gitterableitwiderstand	1	MΩ
Negative Gitterspannung	—100	V
Spannung Faden/Schicht k+, f—	200	V[1])
f+, k—	90	V
Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ
Kapazität der beiden Anoden gegeneinander	< 0,04	pF
Kapazität Gitter I / Anode II	< 0,008	pF
Gitter II / Anode I	< 0,008	pF

[1]) bei der ECC 85: 90 V

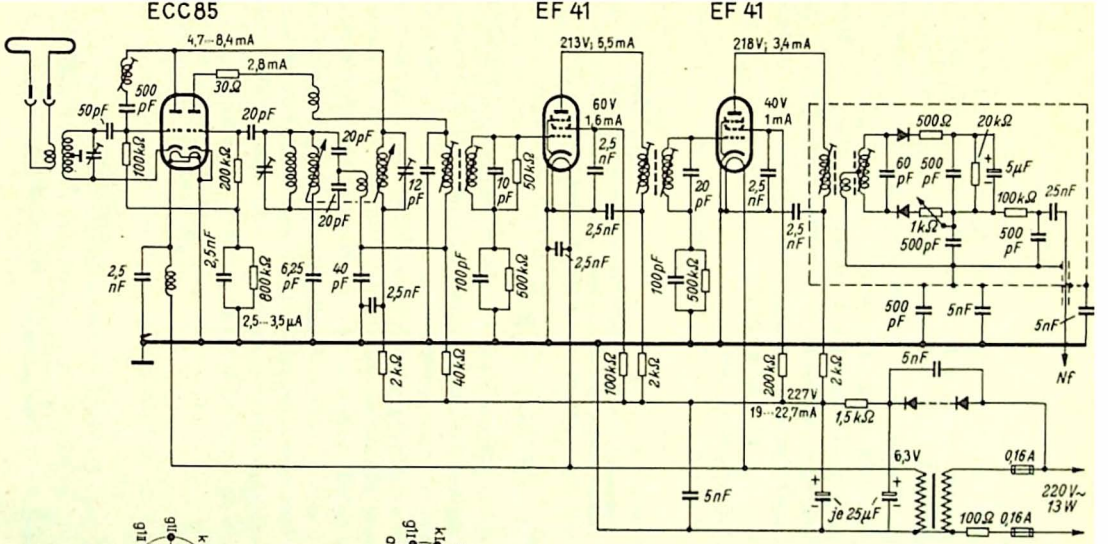


Bild 54. Doppeltriode ECC 85, linkes System als Vorstufe in Zwischenbasisschaltung, rechtes System als selbstschwingende Mischröhre. Pentoden EF 41 arbeiten als amplitudenbegrenzende Zf-Verstärkerröhren (Graetz-UKW-Super-Vorsatz UK 83 WN)

ECC 91

Die Doppeltriode ECC 91 ist unter ihrer amerikanischen Bezeichnung 6 J 6 besser bekannt als unter ihrer europäischen. Sie hat vor allem in den Eingangsstufen von UKW-Teilen und Fernsehempfängern eine bedeutende Rolle gespielt. Sie findet hauptsächlich bei den Amateurfunkern Verwendung, die sie in Empfängern und Sende-Empfängern für das 144-MHz-Band als Misch- und Oszillatorröhre benutzen.

Die ECC 91 = 6 J 6 findet in Amerika vor allem als Mischröhre für Fernsehen im Band IV Verwendung. Schaltet man die Gitter beider Systeme in Gegentakt, die Anoden parallel, so kann man sie als Mischröhre für Frequenzen bis zu 600 MHz (= 50 cm) benutzen.

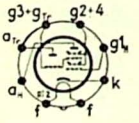
ECC 91

Heizung 6,3 V, 0,45 A — ECC 91 = 6 J 6

Rauscharme Doppeltriode für UKW-Verstärkerschaltungen, Gegentakt-Oszillatorschaltungen und Mischschaltungen bis 600 MHz.
S = ca. 5 mA/V, D = 2,6...2,8 %. Sockelschaltung siehe S. 85.

ECH 42; UCH 42; ECH 43; UCH 43

In den ersten Jahren nach der Einführung des UKW-FM-Rundfunks haben die Mischröhren ECH 42 und UCH 42 auch im UKW-Bereich eine bedeutende Rolle gespielt. Man ging von ihrer Verwendung im gleichen Maße ab, wie man sich der additiven Mischung zuwandte. Da bei den genannten Röhren das zweite Steuergitter des Hexodensystems und das Steuergitter des Triodensystems innerhalb der Röhre miteinander verbunden sind, ist lediglich multiplikative Mischung möglich. Weil aber ältere Empfänger noch mit diesen Röhren bestückt sind, seien die Daten angeführt.



Heizdaten

		ECH 42	UCH 42	
ECH 42, UCH 42	Heizspannung . . .	6,3	14	V
ECH 43, UCH 43	Heizstrom	0,23	0,1	A

ECH 42, UCH 42, ECH 43, UCH 43 (Forts.)

Betriebsdaten als Mischröhre mit besonderem Schirmgitter-Spannungsteiler

1. Hexodenteil

Anodenspannung	250	200	170	100	V
Schirmgitter-Spannungsteiler					
Widerstand R_1	27	18	18	18	kΩ
Widerstand R_2	27	27	27	27	kΩ
Katodenwiderstand	180	180	180	180	Ω
Gitterableitwiderstand der Triode	22	22	22	22	kΩ
Gittervorspannung U_{g1} ... von	—2	—2	—1,85	—1	V
bis	—29	—27,5	—25	—13,5	V
Anodenstrom	3,0	3,0	2,1	1,2	mA
Schirmgitterstrom	3,0	3,0	2,6	1,46	mA
Mischsteilheit ... von	750	750	670	530	µA/V
bis	7,5	7,5	6,7	5,3	µA/V
Innenwiderstand ... von	1	1	1	1	MΩ
bis	5	5	5	5	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	100	75	65	60	kΩ

2. Triodenteil

Anodenspannung	250	200	170	100	V
Außenwiderstand	33	22	10	10	kΩ
Gitterstrom	350	350	350	175	µA
Gitterableitwiderstand	22	22	22	22	kΩ
Oszillatorspannung	—8	—8	—8	—4	V
Anschwingsteilheit	2,8	2,8	2,8	2,8	mA/V
effektive Steilheit	0,6	0,65	0,75	0,7	mA/V
Durchgriff	4,5	6,2	6,2	6,2	%
Anodenstrom	5,1	5,5	6,5	3,4	mA

Die UCH 42 ($U_a \leq 200$ V) hat einen größeren Durchgriff als die ECH 42 ($U_a = 250$ V).

Grenzdaten (Maximalwerte)

	Triode	Hexode	
Anodenspannung	175	300[1])	V
Anodenbelastung	0.8	1,5	W
Schirmgitterspannung, ungeregelt		125	V
Schirmgitterspannung, $I_a < 1$ mA		300[1])	V
Schirmgitterbelastung		0,3	W
Katodenstrom	6	10	mA
Gitterableitwiderstand	3	3	MΩ
Spannung Faden/Schicht	100[2])		V
Widerstand Faden/Schicht	20		kΩ

[1]) bei der UCH 42: 250 V — [2]) bei der UCH 42: 150 V

Die Misch- und Oszillatorröhre ECH 43 hat gleiche Daten und Eigenschaften wie die ECH 42, die UCH 43 entspricht der UCH 42. Der mechanische Aufbau ist stabiler und klingfester.

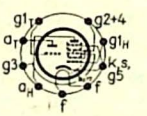
ECH 81; HCH 81; UCH 81

Diese Kombinationsröhren aus Heptoden- und Triodensystem dienen in der Hauptsache als Misch- und Oszillatorröhren bei AM-Empfang. Die Anschlüsse für Steuergitter und Anode des Triodensystems sind nach außen geführt und innerhalb der Röhre mit keinem anderen Pol verbunden. Dadurch ergibt sich ein wünschenswertes Maß an Schaltungsfreiheit, da jedes der beiden Systeme gleichzeitig zu verschiedenen Zwecken benutzt werden kann.

Obwohl das Triodensystem der Röhren ECH 81, HCH 81, UCH 81 ursprünglich auch als selbstschwingende Triodenmischröhre für den UKW-Bereich gedacht war, sind Mischsteilheit und Eingangswiderstand wesentlich kleiner als die entsprechenden Werte der Triode EC 92, während der äquivalente Rauschwiderstand größer ist. Trotzdem hätten sich diese Röhren auch im UKW-Teil durchgesetzt, wenn es gelungen wäre, mit ihnen die Bedingungen der Störstrahlungsunterdrückung zu erfüllen. Nach anfänglichen Versuchen in dieser Richtung (Bild 42) spielt heute nur mehr das Heptodensystem als erste Zf-Verstärkerstufe für 10,7 MHz eine u. z. bedeutende Rolle. Während bei AM-Empfang dieses System Mischröhre ist mit dem Triodensystem als Oszillator, stellt es bei FM-Empfang die Bestückung der ersten Zf-Verstärkerstufe dar. Zusammen mit der immer vorhandenen, manchmal als Amplitudenbegrenzer geschalteten Zf-Stufe für AM und FM verfügen solche Empfänger bei AM-Empfang über eine, bei FM-Empfang über zwei Zf-Verstärkerstufen, so daß bei beiden Betriebsarten ungefähr die gleiche Nf-Spannung am Eingang des Nf-Verstärkers zur Verfügung steht.

Verschiedene Geräte weisen vielfach eine Schaltung mit zwei Röhren der genannten Art auf, denen bei AM- und FM-Empfang verschiedene Aufgaben zufallen, wie es das Blockschema **Bild 55** zum Ausdruck bringt. Während bei UKW-Empfang des H-System der ersten Röhre als Hf-Verstärkerstufe dient, liegt deren C-System brach, und das C-System der zweiten Röhre arbeitet als selbstschwingende Triodenmischstufe; das H-System der zweiten Röhre ist dann erste Zf-Verstärkerstufe. Bei AM-Empfang läuft die erste

Röhre in der bekannten Weise als Misch- und Oszillatorröhre, das H-System der zweiten Röhre wieder als Zf-Verstärker, und das C-System der zweiten Röhre liegt brach. Röhrensysteme bei einer Empfangsart brachliegen zu lassen, widerspricht aber den Tendenzen der Empfängerentwicklung Deutschlands, die bestrebt ist, aus jeder Röhre ständig möglichst viel herauszuholen. Leider fehlt auf dem europäischen Markt eine besondere Misch-Hexode oder -Heptode, mit deren Hilfe es möglich wäre, eine Triode nach Art der EC 92 bei AM-Betrieb als Oszillatorröhre bei multiplikativer Mischung in Verbindung mit dieser Hexode oder Heptode zu betreiben, sie bei FM-Betrieb aber als selbstschwingende Röhre mit additiver Mischung und die Hexode oder Heptode als erste Zf-Verstärkerstufe arbeiten zu lassen. Wie das Problem von Blaupunkt durch die Verwendung der Pentode EF 85



ECH 81, HCH 81, UCH 81

Forts. auf S. 92

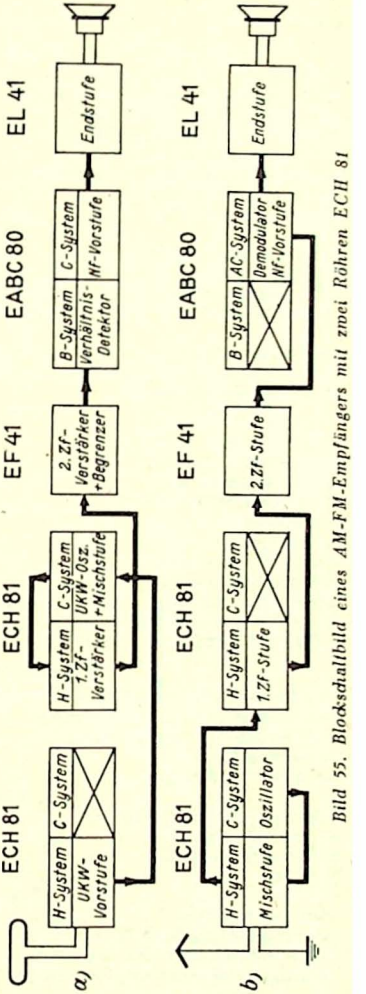


Bild 55. Blockschaltbild eines AM-FM-Empfängers mit zwei Röhren ECH 81

ECH 81, HCH 81, UCH 81

ECH 81 = 6 AJ 8 HCH 81 = 12 AJ 8
UCH 81 = 19 D 8

Heizdaten	ECH 81	HCH 81	UCH 81	
Heizspannung	6,3	12,6	19	V
Heizstrom	0,3	0,15	0,1	A

Betriebsdaten als multiplikative Mischröhre für AM

a) Heptode als Mischröhre					
Betriebsspannung / Anodenspg.	250	200	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	22	10	10	10	kΩ
Gitterableitwiderstand des Triodengitters + Gitter 3	47	47	47	47	kΩ
Gitterstrom in diesem Widerstand	200	230	200	115	µA
Katodenwiderstand	135	150	150	150	Ω
Gittervorspannung von	—2	—2,6	—2,2	—1,2	V
bis	—28,5	—28	—24	—14,5	V
Schirmgitterspannung	103	119	102	63	V
Anodenstrom	3,25	3,7	3,2	1,7	mA
Schirmgitterstrom	6,7	8,1	6,8	3,7	mA
Mischsteilheit von	775	775	750	620	µA/V
bis	7,75	7,75	7,5	6,2	µA/V
Innenwiderstand	1	1	0,9	0,8	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	70	75	70	62	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	1,2				kΩ
b) Triode als Oszillator					
Betriebsspannung	250	200	170	100	V
Anodenwiderstand	33	15	15	15	kΩ
Gitterableitwiderstand	47	47	47	47	kΩ
Gitterstrom	200	240	200	120	µA
Anodenstrom	4,5	5,4	4,5	2,5	mA
Anschwingsteilheit	3,7	4	3,7	2,7	mA/V
effektive Steilheit	0,65	0,58	0,58	0,53	mA/V
Verstärkungsfaktor	22	22	22	22	
Oszillatorwechselspannung, Effektivwert	8,5	10	8,5	5	V

Betriebsdaten bei FM

a) Heptode als Hf- oder Zf-Verstärker					
Betriebsspannung / Anodenspg.	250	200	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	39	18	18	18	kΩ
Katodenwiderstand[1])	200	220	220	220	Ω
Gittervorspannung von	—2	—2,6	—2,2	—1,2	V
bis	—42	—33	—28	—16,5	V
Schirmgitterspannung	100	123	102	60	V
Anodenstrom	6,5	7,6	6,2	3,4	mA
Schirmgitterstrom	3,8	4,3	3,8	2,2	mA
Steilheit von	2,4	2,4	2,3	2	mA/V
bis	24	24	23	20	µA/V
Innenwiderstand	700	600	600	500	kΩ
Schirmgitterdurchgriff	5	5	5	5	%
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	8,5	9,7	8,8	5,8	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca. 2 kΩ					

[1]) Der Wert des Katodenwiderstandes gilt nur, wenn der Heptodenteil allein benutzt wird und kein Triodenstrom hinzukommt.

b) *Triode als selbstschwingende Mischröhre*, additive Mischung

U_b	250	250	200	170	100	V
R_{aT}	30	33	18	12	1,8	kΩ
R_{g1T}	0,03	1	1	1	1	MΩ
I_{gT}	190	7	7	7	7	µA
$I_{gT} \times R_{g1T}$	—5,7	—7	—7	—7	—7	V
$U_{osz\sim eff}$	5	5	5	5	5	V
I_{aT}	5	4,3	4,9	5	3,8	mA
S_m bei $U_{Zf} = 0{,}1$ V		1,2	1,35	1,4	1,2	mA/V
S_c	1,2	0,95	0,98	0,98	0,9	mA/V
R_i	19	18,5	12	12	13,6	kΩ
r_e (100 MHz) ca.	5	8	10	10	10	kΩ
$r_ä$ ca.	8	3	3	3	3	kΩ

Gemeinsamer Schirmgitter-Vorwiderstand mit der EF 85

U_a = 250 V. a) ECH 81 als multiplikative Mischröhre, b) Heptodenteil der ECH 81 als Hf- bzw. Zf-Verstärker verwendet.

		a)	b)	
Gemeinsamer Schirmgitter-Vorwiderstand		18	22	kΩ
Gitterwiderstand R_{g3}		47		kΩ
Gitterstrom I_{g3}		200		µA
Gittervorspannung	von	—1,9	—2,1	V
	bis	—28,5	—42	V
Schirmgitterspannung		97	103	V
Anodenstrom		3	6,5	mA
Schirmgitterstrom		6	3,8	mA
Strom im gemeinsamen Schirmgitter-vorwiderstand		8,5	6,7	mA
Steilheit (⁺Mischsteilheit)	von	0,75⁺	2,4	mA/V
	bis	7,5 ⁺	24	µA/V
Innenwiderstand		1	0,7	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca.	70	8,5	kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)	Triodenteil	Heptodenteil ECH 81	Heptodenteil UCH 81	
Anodenspannung	250	300	250	V
Schirmgitterspannung				
ungeregelt		125	125	V
bei $I_a < 1$ mA		300	250	V
Anodenbelastung	0,8	1,7		W
Schirmgitterbelastung		1		W
Katodenstrom	6,5	12,5		mA
Gitterableitwiderstand				
bei Spannungsverstärkung R_{g1}	3	3		MΩ
R_{g3}		3[3])		MΩ
bei Mischröhrenschaltung R_{g1}	0,05	3		MΩ
R_{g3}		50		kΩ
Spannung Faden/Schicht	100	100		V
Widerstand Faden/Schicht	20	20		kΩ
Kapazität				
Anode Triode/Anode Heptode		0,2		pF

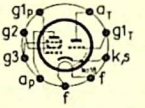
[3]) Wird g3 bei Umschaltung von FM auf AM nicht mit umgeschaltet, so ist $R_{g3\,max} = 50$ kΩ.

als multiplikative Mischröhre gelöst worden ist, wird bei der Behandlung dieser Röhre gezeigt **(Bild 58)**.

Schaltungsbeispiele für die Verwendung der Röhre ECH 81 bei AM- und FM-Betrieb sind im Zusammenhang mit der Schaltung anderer Röhren in reichlicher Zahl zu finden.

ECL 80

Die Kombinationsröhre der Novalserie ECL 80 umfaßt ein Triodensystem und ein Endpentodensystem mit einer Sprechleistung von max. 1,55 W bei einem Klirrfaktor von 10%. So vielseitig diese Röhre in Fernsehempfängern verwendet werden kann, so wenig hat sie bei Empfängern mit UKW-Bereich Eingang gefunden. Da der Nf-Spannungsverstärker und die Endstufe des Tonkanals mancher Fernsehempfänger mit der ECL 80 bestückt sind, seien hier die Daten angeführt.



ECL 80

ECL 80

ECL 80 = 6 AB 8

Heizdaten

Heizspannung	6,3	V
Heizstrom	0,3	A

Triodenteil als Audion

Anodenspannung	100	V
Gittervorspannung	0	V
Anodenstrom	8	mA
Steilheit	1,9	mA/V
Verstärkungsfaktor	20	
Innenwiderstand	10,5	kΩ

Triodenteil als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

Betriebsspannung	250	200	170	V
Anodenwiderstand	100	100	100	kΩ
Gittervorspannung	—5,5	—4,2	—3,5	V
Gitterableitwiderstand der folgenden Stufe	330	330	330	kΩ
Anodenstrom	1,5	1,2	1	mA
Anodenwechselspannung bei Aussteuerung bis zum Einsetzen des Gitterstromes, Effektivwert	39	29	24	V
Verstärkung	10	10	10	fach
Klirrfaktor hierbei	8,3	8	7,6	%

Pentode als Tonfrequenz-Endröhre

Betriebsspannung / Anodenspg.	250	200	170	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	4,7			kΩ
Schirmgitterspannung		200	170	V
Gittervorspannung	—12,2	—8	—6,7	V
Anodenstrom	14	17,5	15	mA
Schirmgitterstrom	2,6	3,3	2,8	mA
Steilheit	2,6	3,3	3,2	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	7	7	7	%
Innenwiderstand	200	150	150	kΩ
Außenwiderstand	17,5	11	11	kΩ
Sprechleistung bei k = 10 %	1,55	1,4	1	W
hierbei Gitterwechselspannung, Effektivwert	5,3	4,1	3,7	V

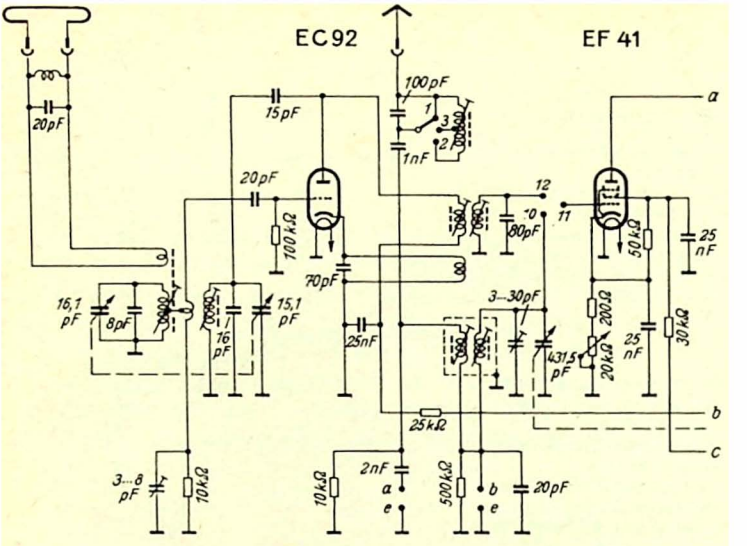
Grenzdaten (Maximalwerte)

	Triode	Pentode	
Anodenspannung	200	400	V
Schirmgitterspannung		250	V
Anodenbelastung	1	3,5	W
Schirmgitterbelastung		1,2	W
Katodenstrom	8	25	mA
Gitterableitwiderstand	3	2	MΩ
Spannung Faden/Schicht	150		V
Widerstand Faden/Schicht	20		kΩ

ECL 113

Die Kombinationsröhre ECL 113 der Rimlock-Serie, die ein Trioden- und ein Endpentodensystem umfaßt, war ursprünglich für die Bestückung von Autoempfängern entworfen, hat sich dann aber beim Nf-Verstärker preisgünstiger Rundfunkempfänger durchgesetzt. In Geräten mit UKW-Bereich hat sie ebenfalls Verwendung gefunden; dann arbeitet das Triodensystem in Audionschaltung als Flankendemodulator, die Pentode als Endröhre mit einer maximalen Sprechleistung von 2,25 W.

Die Röhre ECL 113 dient nicht allein als Demodulator und Endstufe des einzigen Vierkreissupers mit UKW-Bereich (Emud 200), sondern wird auch in einem einzigartigen Empfänger verwendet, der im Lang- und Mittelwellenbereich in Zweikreisgeradeausschaltung arbeitet, im UKW-Bereich als Superhet. **Bild 56** zeigt die Schaltung dieses Empfängers (Grundig 840 W). Die Triode EC 92 wird nur bei UKW-Betrieb verwendet und ist als selbstschwingende Mischstufe geschaltet; dann ist die Pentode EF 41 Zf-Verstärker. Bei Mittel- und



Langwellenempfang ist die Triode EC 92 nicht in Betrieb. Die Pentode EF 41 ist dann Hf-Verstärkerröhre, das Triodensystem der ECL 113 Demodulator in Audionschaltung und das Pentodensystem Endröhre. Daten siehe Seite 96

EF 41; UF 41

Die Pentoden mit veränderlicher Steilheit EF 41 und UF 41 gehören der Rimlockserie an und finden in starkem Maße Verwendung zur Bestückung von Zf-Verstärkerstufen der Rundfunkempfänger. In den Geräten der neuesten Produktion wird die EF 41/UF 41 in steigendem Maße durch die mittelsteile Regelpentode EF 89/UF 89 ersetzt.

Bei manchen Empfängern ist eine der mit der EF 41 bestückten Zf-Verstärkerstufen als Amplitudenbegrenzer geschaltet. Zu dem Zweck liegt eine Kondensator-Widerstands-Kombination entweder zwischen dem 10,7-MHz-Kreis und dem Steuergitter der Röhre oder zwischen dem kalten Ende dieses Kreises und dem Chassis. Dadurch wird der Arbeitspunkt der Röhre so weit in den Bereich negativer Gitter-

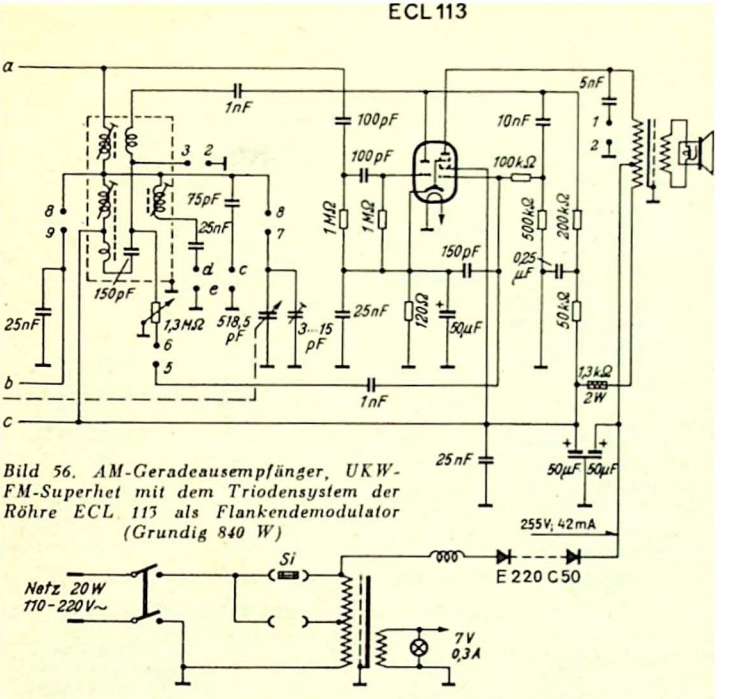


Bild 56. AM-Geradeausempfänger, UKW-FM-Superhet mit dem Triodensystem der Röhre ECL 113 als Flankendemodulator (Grundig 840 W)

spannung verlegt, daß die negativen Amplituden der Zwischenfrequenz fast gänzlich abgeschnitten werden. Durch niedrige Schirmgitterspannung wird andererseits eine so kurze Röhrenkennlinie erzielt, daß die Spitzen der positiven Amplituden die Röhre in den waagerechten Teil jenseits des oberen Knicks steuern, einen Gitterstrom verursachen und die Größe des Anodenstromes nicht mehr beeinflussen können. Die beiderseits ihrer Spitzen beraubten Amplituden werden vom nächsten Schwingungskreis, den sie im Takt seiner Resonanzfrequenz anstoßen, wieder zu vollständigen, unverzerrten Sinusschwingungen ergänzt. Durch teilweise Gleichrichtung der Zwischenfrequenz entsteht an der Amplitudenbegrenzerstufe eine Richtspannung, die als Regelspannung für voraufgehende Röhren benutzt werden kann (Bild 49).

Forts. S. 98. – Daten der EF 41/UF 41 s. S. 97.

ECL 113

Heizdaten

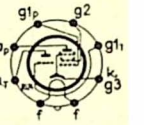
Heizspannung	6,3 V
Heizstrom	0,6 A

Betriebswerte für normale Nf-Verstärkung
Triode als Nf-Spannungsverstärker

Anodenspannung	250		V
Gittervorspannung	—1,5		V
Anodenwiderstand	200	100	kΩ
Anodenstrom	0,6	1,1	mA
Verstärkung	42	38	fach
Durchgriff	1,8	1,8	%

Pentode als Endverstärker

Anodenspannung	250	V
Schirmgitterspannung	250	V
Gittervorspannung	—3,5	V
Anodenstrom	25	mA
Schirmgitterstrom	3,5	mA
Steilheit	8,5	mA/V
Innenwiderstand	40	kΩ
Schirmgitterdurchgriff	3	%
Anpassungswiderstand	12,5	kΩ
Gitterableitwiderstand	1	MΩ
Gitterwechselspannung	2,2	V_{eff}
Sprechleistung	2,25	W
Empfindlichkeit (für 50 mW)	0,32	V_{eff}
Verstärkung (bei 50 mW Leistung)	80	fach



ECL 113

Zwei Endpentoden im Gegentakt-B-Betrieb

Anodenspannung	250		V
Schirmgitterspannung	250		V
Gittervorspannung	—6,3		V
Außenwiderstand Anode—Anode	20		kΩ
effektive Gitterwechselspannung je Röhre	0	3,6	V
Anodenstrom je Röhre	6,5	15	mA
Schirmgitterstrom je Röhre	0,7	1,65	mA
Sprechleistung	0	4	W
Klirrfaktor	0	2...3	%

Grenzdaten (Maximalwerte)

a) Triodensystem

Anodenspannung	250	V
Anodenbelastung	1,0	W
Gitterableitwiderstand	1,5	MΩ

b) Pentodensystem

Anodenspannung	250	V
Anodenverlustleistung	6,5	W
Schirmgitterspannung	250	V
Schirmgitterbelastung bei voller Aussteuerung	2	W
Gitterableitwiderstand	1,2	MΩ
Katodenstrom	40	mA
Spannung Faden/Schicht	50	V
Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ

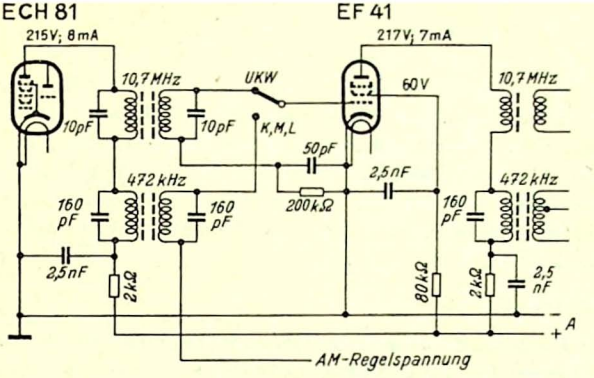


Bild 57. Regeltriode EF 41 umschaltbar als AM-Zf-Verstärker-, FM-Begrenzerröhre (Telefunken „Dacapo")

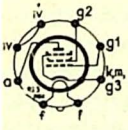
EF 41, FU 41

Heizdaten

Heizspannung	U_f	6,3	12,6	V
Heizstrom	I_f	0,2	0,1	A

Betriebsdaten der EF/UF 41 als Hf- und Zf-Verstärker

Anodenspannung		250	200	170	100	100	V
Schirmgitterspannung						100	V
Schirmgittervorwiderstand		90	40	40	40		kΩ
Katodenwiderstand		325	325	325	325	325	Ω
Gittervorspannung	von	−2,5	−3	−2,5	−1,4	−2,5	V
	bis	−39	−34	−28	−17	−16,5	V
Anodenstrom		6	7,2	6	3,3	6	mA
Schirmgitterstrom		1,7	2,1	1,75	1	1,75	mA
Steilheit	von	2200	2300	2200	1900	2200	µA/V
	bis	22	23	22	19	22	µA/V
Schirmgitterdurchgriff		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	%
Innenwiderstand	von	1	1	1	0,8	0,6	MΩ
	bis	10	10	10	10	10	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca.	6,5	7	6,5	5,5	6,5	kΩ



EF 41
UF 41

Grenzdaten (Maximalwerte)	EF 41	UF 41	
Anodenspannung	300	250	V
Anodenbelastung	2	2	W
Schirmgitterspannung, ungeregelt	125	150	V
Schirmgitterspannung (I_a < 3 mA)	300	250	V
Schirmgitterbelastung	0,3	0,3	W
Katodenstrom	10	10	mA
Gitterableitwiderstand	3	3	MΩ
Spannung Faden/Schicht	100	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20	20	kΩ

Wäre die Amplitudenbegrenzung auch bei AM-Betrieb des Empfängers wirksam, so würde sie die Modulation fortschneiden. Darum müssen solche Zf-Verstärker- bzw. Amplitudenbegrenzerstufen umschaltbar sein, wie es **Bild 57** zeigt. In der Schalterstellung UKW sind der 10,7-MHz-Kreis und die Kondensator-Widerstands-Kombination angeschlossen, bei Stellung K, M, L der 742-kHz-Kreis und die AM-Regelspannung. Weitere Beispiele für die Verwendung der Röhre EF 41 als Zf-Verstärkerröhre und Amplitudenbegrenzer bringen die Bilder 42, 44 und 49.

EF 42; UF 42

Die Pentode EF 42 war die erste Röhre, die gleich bei der Einführung des UKW-FM-Rundfunks als selbstschwingende, additive Mischstufe verwendet wurde. Da es sich um eine Pentode handelt, werden Katode, Steuergitter und Schirmgitter als Triode angewandt, während die entstehende Zwischenfrequenz der Anode entnommen wird.

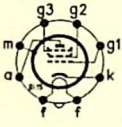
Mit einer Steilheit von 9 mA/V bei der EF 42 und 8 mA/V bei der UF 42 wird den Notwendigkeiten der Breitbandverstärkung Rechnung getragen, wie sie im Zf-Verstärker bei FM-Empfang und im Fernsehempfänger erforderlich ist. Da der Resonanzwiderstand bei Breitbandverstärkung klein sein muß, die erzielte Verstärkung aber das Produkt $R_a \times S$ darstellt, verwendet man Röhren großer Steilheit, um wenigstens soviel Verstärkung wie möglich herauszuholen. Ähnliche Verhältnisse liegen bei UKW-Hf-Verstärkerstufen vor, so daß sich die steile Pentode EF 42 bzw. UF 42 auch hier einen sicheren Platz eroberte, zumal ihr Eingangswiderstand verhältnismäßig groß und der äquivalente Rauschwiderstand mit $\leqq 1$ kΩ klein ist.

Bei Verwendung der Röhre EF 42 bzw. UF 42 in AM-FM-Superhets ist darauf zu achten, daß infolge der großen Steilheit und der unvermeidbaren Schaltkapazität bei einer Zwischenfrequenz um 470 kHz Schwingneigung besteht. Darum ist unter allen Umständen dazu zu raten, Steuergitter und Anode nicht an die Enden der Resonanzkreise, sondern an Anzapfungen der Spulen zu legen. Geringe Gegenkopplung

EF 42, UF 42

Heizdaten	EF 42	UF 42	
Heizspannung	6,3	21	V
Heizstrom	0,33	0,1	A

Betriebsdaten	EF 42	UF 42	
Anodenspannung	250	170	V
Schirmgitterspannung	250	170	V
Gittervorspannung	—2	—2	V
Anodenstrom	10	10	mA
Schirmgitterstrom	2,4	2,8	mA
Steilheit	9	8	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	1,2	1,9	%
Innenwiderstand	500	300	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	1,25		kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	840	1060	Ω



	Grenzdaten (Maximalwerte)	EF 42	UF 42	
	Anodenspannung	300	250	V
	Anodenbelastung	3,5	2	W
	Schirmgitterspannung	300	250	V
	Schirmgitterbelastung	0,7	0,5	W
EF 42	Katodenstrom	25	15	mA
UF 42	Gitterableitwiderstand	1	1	MΩ
EF 43	Spannung Faden/Schicht	100	150	V
UF 43	Widerstand Faden/Schicht	20	20	kΩ

führt zum gleichen Ziel. Die EF 42 und UF 42 werden nur von Valvo und Siemens, nicht aber von Telefunken hergestellt. Mit dem Erscheinen der EF 80 und UF 80 haben die EF 42 und UF 42 sehr an Bedeutung verloren.

Wie aus dem Schirmgitterdurchgriff und aus der Anodenbelastung hervorgeht, besitzen die EF 42 und UF 42 nicht genau gleiche Systeme.

EF 43; UF 43

Bei diesen Röhren handelt es sich um Regelpentoden hoher Steilheit. Von Telefunken werden sie nicht hergestellt, da an ihrer Stelle heute meist die EF 85 und UF 85 benutzt werden, sondern nur von Valvo und von Siemens. Über ihre Verwendung und Schaltung trifft das bei der EF 85 Gesagte gleichermaßen zu. Sockelschaltung siehe bei EF 42, UF 42.

EF 43, UF 43

Heizdaten

Heizspannung	6,3	21	V
Heizstrom	0,33	0,1	A

Betriebsdaten EF 43

Anodenspannung	250			V
Schirmgittervorwiderstand	33			kΩ
Bremsgitterspannung	0			V
Katodenwiderstand	105			Ω
Steuergitterspannung	—2	—28		V
Anodenstrom	15			mA
Schirmgitterspannung	135			V
Schirmgitterstrom	3,5			mA
Steilheit	6,4	0,064		mA/V
Innenwiderstand	500			kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca. 1700			Ω

Betriebsdaten UF 43

Anodenspannung	200		170		100		V
Schirmg.-Widerstand	18		10		10		kΩ
Bremsgitterspannung	0		0		0		V
Katodenwiderstand	105		105		105		Ω
Steuergitterspg.	—2	—22	—2	—19	—1	—11	V
Anodenstrom	15		15		7,5		mA
Schirmgitterspg.	135		135		75		V
Schirmgitterstrom	3,5		3,5		2,5		mA
Steilheit	6,4	0,064	6,3	0,063	5,8	0,58	mA/V
Innenwiderstand	400		300		300		kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	1700		1800		1500		Ω

Grenzdaten

	EF 43	UF 43	
Anodenspannung	300	300	V
Anodenbelastung	3,75	3,75	W
Schirmgitterspannung	250	250	V
Schirmgitterbelastung	0,7	0,7	W
Gitterableitwiderstand	1	1	MΩ
Spannung Faden/Katode	100	150	V
Katodenwiderstand	20	20	kΩ

EF 80; UF 80

Die steile Pentode EF 80 bzw. UF 80 der Novalserie ist die Nachfolgerin der Rimlockröhre EF 42/UF 42. Mit einem Eingangswiderstand zwischen 3,75 und 2,5 kΩ je nach Betriebsart und einem äquivalenten Rauschwiderstand zwischen 1,2 und 1 kΩ bei einer Steilheit zwischen 6,8 und 7,4 mA/V schien sie eine Zeitlang berufen zu sein, zur Bestückung einer Breitband-Hf-Verstärkerstufe vor einer selbstschwingenden Misch-

triode im UKW-Teil der Superhets allgemein verwendet zu werden. Für diese Aufgabe schien sie auch deshalb besonders günstig zu sein, weil die Katode mit zwei Zuführungen versehen ist, die an zwei getrennte Sockelstifte führen. Dadurch ist es möglich, Gitter- und Anoden- bzw. Schirmgitterkreis an je einen Katodenanschluß zu legen und die den Eingangswiderstand herabsetzende Gegenkopplung zu vermindern. Durch das Streben nach höchster Empfindlichkeit des UKW-Bereiches hat sich die Triode in Gitter- oder Zwischenbasisschaltung wegen ihrer günstigeren Rauscheigenschaft gegen die EF 80 durchgesetzt. Dagegen findet diese Röhre vor allem im Zf-Teil der Fernsehempfänger wegen ihres günstigen Verhältnisses zwischen Steilheit und inneren Kapazitäten vielfach Verwendung. Für Spezialzwecke bringt Valvo eine Pentode **E 180 F** mit bedeutend größerer Steilheit (16,5 mA/V) bei noch kleineren inneren Kapazitäten (7,9 + 2,9 mpF) heraus, die vor allem für Relaisverstärker von Richtstrahlverbindungssystemen, für Verstärker in Koaxialverbindungen und für Meßzwecke gedacht ist.

Die Schaltung der Röhre EF 80 als Hf-Vorverstärkerstufe vor der selbstschwingenden Mischröhre EC 92 zeigt Bild 44. Wie die Pentode EF 42 der Rimlockserie können Katode, Steuer- und Schirmgitter der Pentode EF 80 auch als selbstschwingende additive Mischstufe verwendet werden (Bild 14). Nach dem von Telefunken ausgearbeiteten Vorschlag schwingt die Röhre durch Rückkopplung der beiden, in je einer Katodenzuführung liegenden Spulen L_4 und L_5 auf die Spule L_3, die mitsamt den zugehörigen Kondensatoren auf die Oszillatorfrequenz abgestimmt ist und am Steuergitter liegt. Auf die Empfangsfrequenz sind die Spule L_2 und der zugehörige Kondensator abgestimmt. Die an diesem Kreis herrschende Spannung wird über die Kondensatoren von je 15 pF dem neutralen Punkt des Oszillatorkreises zugeführt und gelangt zusammen mit der Oszillatorspannung ans Steuergitter. Der Kondensator C_N dient zur Einstellung des Oszillatorkreises; mit seiner Hilfe kann der neutrale Punkt des Kreises verschoben werden, so daß er auf der Verbindung zwischen den beiden Ankopplungskondensatoren von 15 pF

liegt und ein Minimum der am Steuergitter herrschenden Oszillatorspannung über den Eingangskreis zur Antenne gelangt. Die **Tabelle 11** läßt die Eigenschaften einer solchen Misch- und Oszillatorstufe unter verschiedenen Betriebsbedingungen erkennen. Sie zeigt ferner, daß die gleiche Schaltung auch mit der Pentode EF 85 aufgebaut werden kann.

EF 80, UF 80

EF 80 = 6 BX 6

Heizdaten

	EF 80	UF 80	
Heizspannung	6,3	19	V
Heizstrom	0,3	0,1	A

Betriebsdaten als Hf- und Zf-Verstärker

Anodenspannung	250	200	170	V
Schirmgitterspannung	250	200	170	V
Katodenwiderstand	270	200	160	Ω
Gittervorspannung	—3,5	—2,55	—2	V
Anodenstrom	10	10	10	mA
Schirmgitterstrom	2,8	2,6	2,5	mA
Steilheit	6,8	7,1	7,4	mA/V
Innenwiderstand	650	550	400	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	3,75	3	2,5	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	1,2	1,1	1	kΩ

Betriebsdaten als selbstschwingende Mischröhre

Betriebsspannung / Anodenspg.	250	200	170	170	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	25	25	25		kΩ
Schirmgitterspannung				170	V
Katodenwiderstand	250	300	500		Ω
Gitterableitwiderstand	0,2	0,2	0,2	1	MΩ
Oszillatorgleichspannung	—2,7	—2,6	—3,3	—2,5	V
Anodenstrom	8,5	6	4,5	11,5	mA
Schirmgitterstrom	2,5	1,7	1,5	2,5	mA
Mischsteilheit	3,15	2,8	2,75	3,1	mA/V
Innenwiderstand	540	500	450	220	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.			6		kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.			5,5		kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)

EF 80
UF 80

	EF 80	UF 80	
Anodenspannung	300	250	V
Schirmgitterspannung	300	250	V
Anodenbelastung	2,5		W
Schirmgitterbelastung	0,7		W
Katodenstrom	15		mA
Gitterableitwiderstand	1		MΩ
Spannung Faden/Schicht	150		V
Widerstand Faden/Schicht	20		kΩ
Kapazität Gitter 1/Anode	0,007		pF

Tabelle 11. Betriebsdaten der Pentoden EF 80 und EF 85 als selbstschwingende Mischröhren nach Bild 14.

	U_{osz} V	R_{g2} kΩ	I_a mA	S_c mA/V	I_{g2} mA	C_k pF	ü	r_e kΩ	V_m	F (kT_0)
EF 80	4,35	50	7,3	2,7	2,2	kurzgeschl.	2,15	1,25	70	18
	4,6	50	6,8	2,6	2,0	36	3,5	4,0	110	16
EF 85	2,9	100	5,6	2,0	1,7	kurzgeschl.	2,5	1,7	60	18
	3,2	100	5,4	2,0	1,7	21	3,6	4,5	85	14

EF 85; UF 85

Die steile Regelpentode EF 85/UF 85 der Novalserie hat einen ähnlichen Systemaufbau wie die Röhre EF 80, ist aber mit einem Regelgitter ausgestattet. Dadurch werden die für den UKW-Betrieb entscheidenden Daten (Steilheit, Rauschwiderstand und Kapazitäten) etwas ungünstiger. Infolgedessen findet diese Röhre vor allem im Zf-Teil von AM-FM-Empfängern Verwendung. Mit ihrer Hilfe ist aber auch eine Reihe interessanter Schaltungen aufgebaut worden, die von längst gebräuchlichen Prinzipien abweichen. Auf die Verwendung von Katode, Steuergitter und Schirmgitter der Röhre EF 85 als selbstschwingendes Triodenmischsystem im UKW-Bereich wurde bereits im Zusammenhang mit der Besprechung der Röhre EF 80 hingewiesen (Bild 14 und Tab. 11).

In mehreren Empfängern wird die EF 85 bei AM als Hf-Verstärkerröhre, bei FM dagegen als zusätzliche Zf-Verstärkerröhre benutzt.

In einer ganzen Empfängerserie benutzte Blaupunkt die Röhren EF 85 und UF 85 in Verbindung mit den Trioden EC 92 und UC 92 als multiplikative Mischstufe. Das etwas vereinfachte Schema dieser Schaltung zeigt **Bild 58.** Mittels vier Umschalter werden zwei gänzlich verschiedene Mischstufen in Tätigkeit gesetzt. Bei UKW-Empfang arbeitet die Triode EC 92 als selbstschwingende Mischstufe, die Pentode EF 85 als erste Zf-Verstärkerröhre, dann liegt das Bremsgitter am Chassis. Bei AM-Empfang aber ist die Triode EC 92

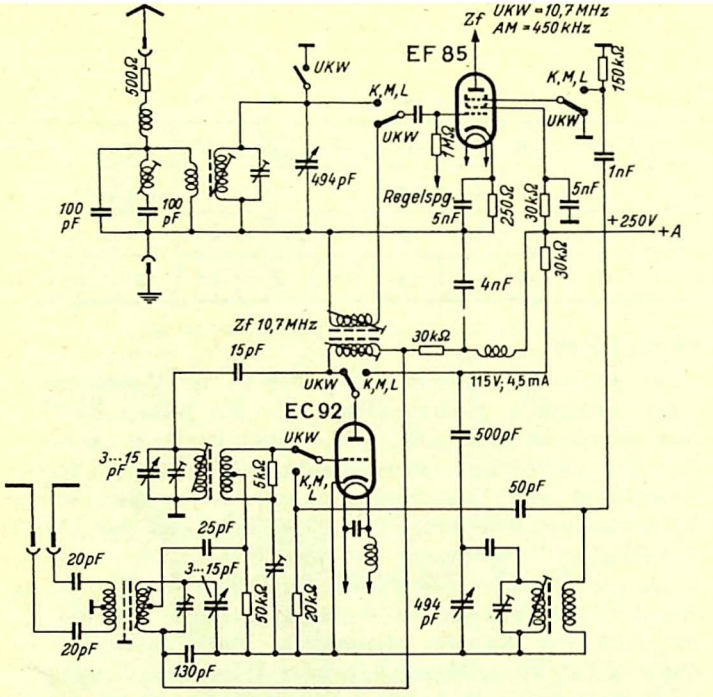


Bild 58. Vereinfachtes Schaltbild des Blaupunktempfängers H 1053, der die Pentode EF 85 bei FM-Empfang als Zf-Verstärkerröhre verwendet, bei AM-Empfang als multiplikative Mischröhre

lediglich Oszillatorröhre. Von ihrem Steuergitter gelangt die Oszillatorspannung an das Bremsgitter der Pentode EF 85, an deren Steuergitter dann die Empfangsspannung liegt. Es tritt multiplikative Mischung ein, und die Zwischenfrequenz von 450 kHz kommt im Anodenkreis der EF 85 zum Vorschein. Auf diese Art hat Blaupunkt das Problem gelöst, sowohl bei AM- als auch bei FM-Betrieb alle Röhrensysteme heranzuziehen. Es wurde in anderem Zusammenhang bereits darauf hingewiesen, daß auf dem europäischen Markt eine Mischhexode oder -heptode fehlt, die die Aufgaben übernehmen könnte, die im vorliegenden Falle von der EF 85 erfüllt werden.

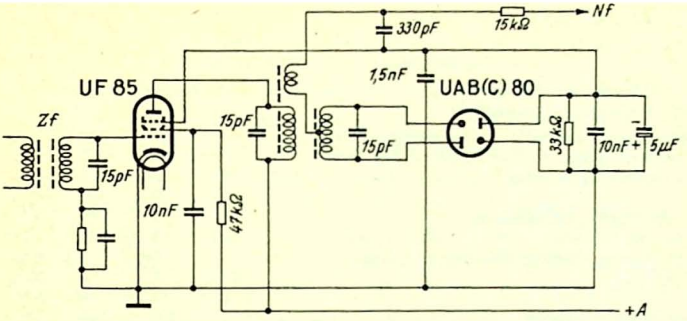


Bild 59. Zuführung der vom Verhältnisdetektor gelieferten Regelspannung an das Bremsgitter der Zf-Verstärkerpentode UF 85 (Philips Philetta 54)

Eine weitere ungewöhnliche Schaltung ist in der Philetta 54 von Philips mit der Röhre UF 85 verwirklicht **(Bild 59)**. Sie dient hier als amplitudenbegrenzende Zf-Verstärkerröhre, die aber auch Regelspannung aus dem Verhältnisdetektor erhält. Zu dem Zweck liegt das Bremsgitter der Röhre UF 85 am negativen Pol des Ladekondensators des Verhältnisdetektors und erhält dadurch eine von der Größe des einfallenden Trägers abhängige negative Spannung.

EF 85, UF 85

EF 85 = 6 BY 7

Heizdaten

	EF 85	UF 85	
Heizspannung	6,3	19	V
Heizstrom	0,3	0,1	A

Betriebsdaten als Hf- und Zf-Verstärker

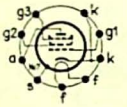
Betriebspannung / Anodenspg.	250	200	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	60	27	27	27	kΩ
(Schirmgitterspannung	100	116	100	57	V)
Katodenwiderstand	160	160	160	160	Ω
Gittervorspannung von	−2	−2,3	−2	−1,1	V
bis	−35	−28	−24	−14	V
Anodenstrom	10	11,4	9,7	5,5	mA
Schirmgitterstrom	2,5	3,1	2,6	1,6	mA
Steilheit von	6	6,1	5,9	5	mA/V
bis	60	61	59	50	µA/V
Innenwiderstand	600	350	300	250	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.	2,25	2	1,9	1,4	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand ca.	1,4	1,5	1,4	1,1	kΩ

EF 85, UF 85 (Fortsetzung)

Betriebsdaten als Hf- und Zf-Verstärker, gemeinsamer Schirmgitterwiderstand mit der ECH 81

a) ECH 81 als Mischröhre, b) Heptodenteil der ECH 81 als Hf- oder Zf-Verstärker geschaltet.

		a)	b)	
Betriebsspannung / Anodenspannung		250	250	V
gemeinsamer Schirmgitterwiderstand		18	22	kΩ
Gittervorspannung	von	−2	−2	V
	bis	−33	−35	V
Schirmgitterspannung		97	105	V
Anodenstrom		10	10	mA
Strom im Schirmgitterwiderstand		8,5	6,6	mA
Steilheit	von	6	6	mA/V
	bis	60	60	µA/V
Innenwiderstand		500	500	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz	ca.	2,25	2,25	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca.	1,5	1,5	kΩ



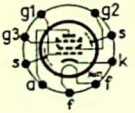
EF 85
UF 85

Grenzdaten (Maximalwerte)	EF 85	UF 85	
Anodenspannung	300	250	V
Schirmgitterspannung	300	250	V
Anodenbelastung		2,5	W
Schirmgitterbelastung		0,65	W
Katodenstrom		15	mA
Gitterableitwiderstand		3	MΩ
Spannung Faden/Schicht		150	V
Widerstand Faden/Schicht		20	kΩ
Kapazität Gitter 1/Anode		0,007	pF

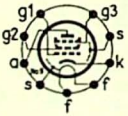
EF 86; EF 804; EF 804 S

Heizung 6,3 V, 0,2 A

Nf-Pentode mit geringerer Steilheit, praktisch die EF 40 in Novalausführung. Bei U_a = 250 V, U_{g2} = 140 V, U_{g1} = −2 V ist I_a = 3 mA, I_{g2} = 0,6 mA, S = 2 mA/V. Der Schirmgitterdurchgriff ist 2,7 %, der Innenwiderstand 2,5 MΩ. In Pentodenschaltung erhält man eine Spannungsverstärkung von 100...200, in Triodenschaltung von 24...32, je nach Außenwiderstand und Betriebsspannungen.



EF 86



EF 804

Die EF 86 und die EF 804, letztere eine kommerzielle Röhre, unterscheiden sich nur durch den Sockel. Bei der EF 86 sind außerdem die Kapazitäten etwas niedriger. Die EF 804 S ist eine Langlebensdauerröhre. Alle drei Typen sind besonders kling- und brummarm.

Die Regelpentoden EF 89 und UF 89 tragen den Verhältnissen Rechnung, die sich durch die Verringerung des Senderabstandes und der Kanalbreite im UKW-Band von 400 kHz auf 300 kHz ergeben haben. Dadurch wurde zur Erzielung hinreichender Trennschärfe eine Erhöhung der Güte der Zf-Kreise notwendig, die bei den zuvor verwendeten Röhren zu Schwingneigung des Zf-Verstärkers und damit zu unstabilem Arbeiten hätte führen können. Es kam darauf an, Röhren mit einem günstigen Verhältnis zwischen Steilheit und Gitter-Anoden-Kapazität zu schaffen, wie es mit den Pentoden EF 89 und UF 89 geschehen ist. Die Tabellen 7 und 8 im Abschnitt A 4 (Zf-Verstärkung) zeigen, daß man mit der EF 89/UF 89 eine höhere Verstärkung erzielen kann, ohne neutralisieren zu müssen, als mit der steileren EF 85/UF 85. Man verwendet die EF 89/UF 89 vor allem in der letzten Zf-Stufe. In der Tabelle 8 sind drei Arbeitspunkte angegeben. Bei $U_{g1} = -2$ V arbeitet man bestimmt ohne Gitterstrom, bei -1 V kann evtl. schon Gitterstrom fließen — diese Einstellung ist also nur mit einer gewissen Vorsicht anzuraten —, und bei 0 V fließt bereits Gitterstrom. Eine solche Einstellung wird vielfach bei FM in der letzten Zf-Stufe vorgenommen, da man hier durch den Gitterstrom eine Amplitudenbegrenzung vornehmen will.

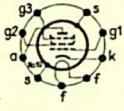
EF 89, UF 89

EF 89 = 6 DA 6

Heizdaten

	EF 89	UF 89	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,2	0,1	A

Kenndaten



EF 89, UF 89

Anodenspannung	250	250	170	V
Schirmgitterspannung	100	85	100	V
Gittervorspannung	−2	−1	−1	V
Anodenstrom	9	9	12	mA
Schirmgitterstrom	3	3,2	4,4	mA
Steilheit	3,6	4	4,4	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	5,25	5,25	5,25	%
Innenwiderstand	0,9	0,75	0,4	MΩ

EF 89, UF 89 (Fortsetzung)

Betriebsdaten als Hf- und Zf-Verstärker

Betriebsspannung / Anodenspannung		250	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand		50	15	1,5	kΩ
Katodenwiderstand		160	130	130	Ω
Gittervorspannung	von	—1,95	—1,95	—1,05	V
	bis	—20	—20	—10	V
Anodenstrom		9	11	6	mA
Schirmgitterstrom		3	3,9	2,1	mA
Steilheit	von	3,5	3,8	3,2	mA/V
	bis	240	110	150	µA/V
Innenwiderstand		0,9	0,45	0,475	MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca.	4,2	4,5	3,5	kΩ

Betriebsdaten als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung, ungeregelt $R_{g1} = 1\ M\Omega$

Betriebsspannung	250	250	170	V
Anodenwiderstand	220	100	100	kΩ
Schirmgitter-Vorwiderstand	680	270	270	kΩ
Katodenwiderstand	1200	560	820	Ω
Anodenstrom	0,92	2,05	1,3	mA
Schirmgitterstrom	0,3	0,7	0,45	mA
Verstärkung	135	115	90	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff} = 8$ V	1,05	0,5	0,95	%

Grenzdaten (Maximalwerte)	EF 89	UF 89	
Anodenspannung	300	250	V
Schirmgitterspannung	300	250	V
Anodenbelastung	2,25		W
Schirmgitterbelastung	0,45		W
Katodenstrom	16,5		mA
Gitterableitwiderstand	3		MΩ
bei Vorspannung durch R_g	22		MΩ
Ableitwiderstand g3	10		kΩ
Spannung Faden/Schicht	100	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20		kΩ
Kapazität Gitter 1/Anode	0,002		pF

EF 93; HF 93

Die Regelpentoden EF 93 und HF 93 sind längere Zeit unter ihrer amerikanischen Bezeichnung 6 BA 6 und 12 BA 6 von Lorenz auf den deutschen Markt gebracht worden. Es handelt sich um Miniaturröhren, die nach ihrem Eingangswiderstand bei 100 MHz und dem äquivalenten Rauschwiderstand als regelbare Hf-Verstärkerröhren im UKW-Bereich, daneben aber auch als Zf-Verstärkerröhren geeignet sind. Die Regelpentode EF 93 hat neuerlich eine Verbesserung insofern er-

Fortsetzung des Textes S. 111

Heizdaten

	EF 93	HF 93	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,3	0,15	A

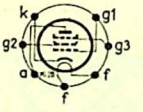
Betriebsdaten als Hf- oder Zf-Verstärker

Betriebsspannung = Anodenspannung	250	250	200	200	100	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	33	68	25		25		kΩ
Schirmgitterspg.				100		100	V
Gittervorspg. von	−1	−1,5	−1	−1	−1	−1	V
bis	−13,5		−11,6	−6,5	−6,5	−6,5	V
Anodenstrom von	11,5	6,5	11	11	4,8	10,8	mA
bis	3,8		2,9	2,3	1,7	2,2	mA
Schirmgitterstr. von	4,4	2,3	4,2	4,2	1,7	4,4	mA
bis	1,5		1,3	0,85	0,6	0,85	mA
Steilheit von	4,4	3,7	4,4	4,4	3,1	4,3	mA/V
bis	0,44		0,44	0,44	0,31	0,43	mA/V
Innenwiderstand	1,5	1,5	1	1	0,7	0,25	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz	1,3			1,3		1,3	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	3,7			3,7		3,7	kΩ

Betriebsdaten als regelbarer Nf-Verstärker mit RC-Kopplung, $U_b = 250$ V

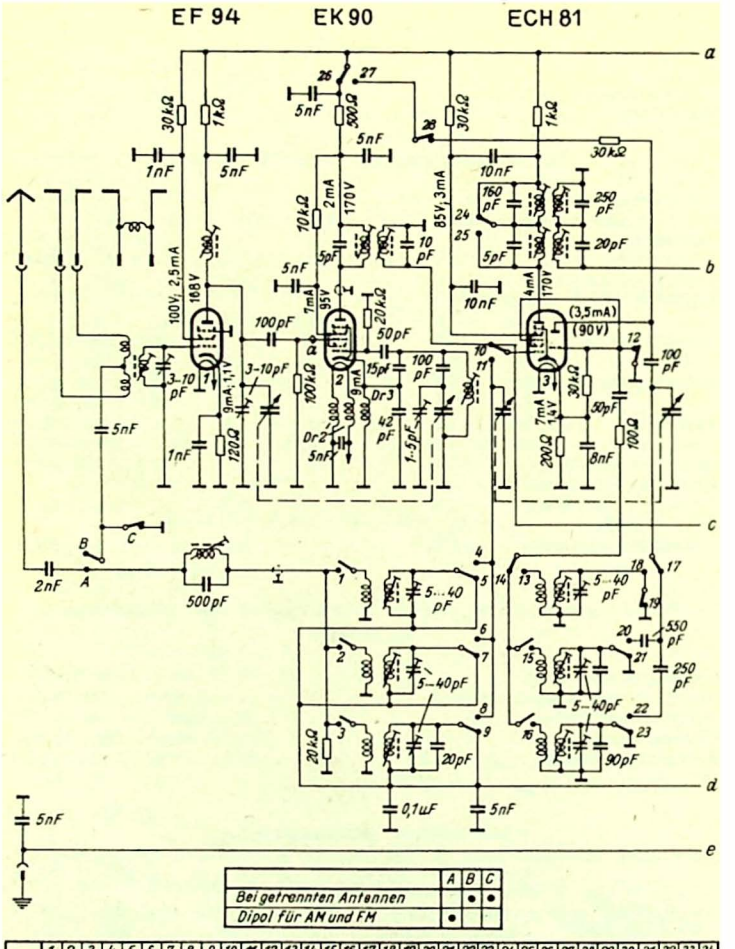
Anodenwiderstand	50	100	kΩ
Schirmgitter-Vorwiderstand	110	250	kΩ
Katodenwiderstand	200	250	Ω
Verstärkung	70	86	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff}$ = 5 V	1,5	2,1	%
Klirrfaktor bei U_{reg} = −12 V	2,5	3	%

Grenzdaten (Maximalwerte)



EF 93
HF 93

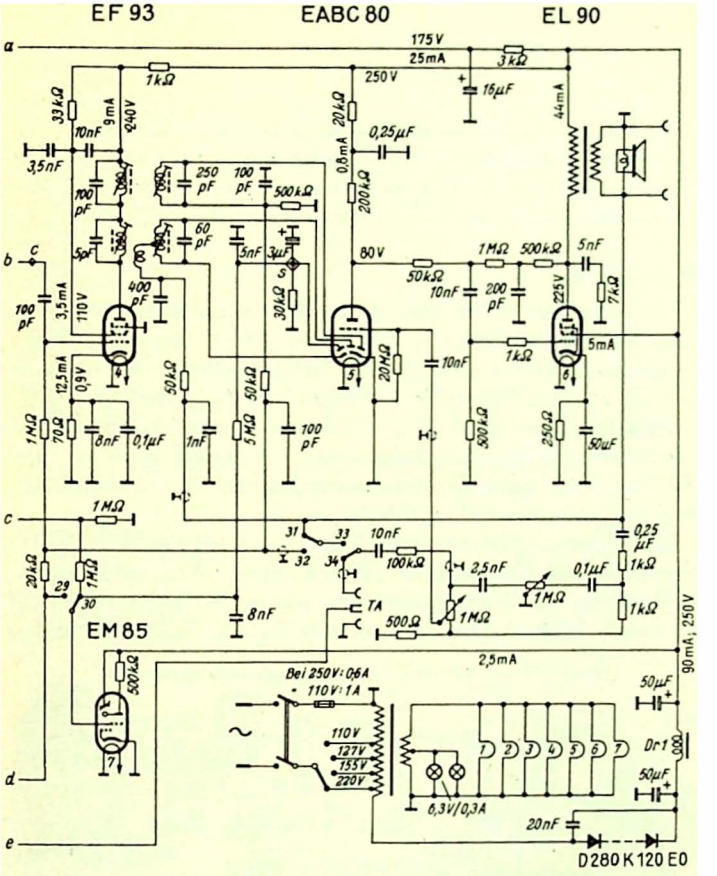
Anodenspannung	300	V
Schirmgitterspannung		
ungeregelt	125	V
bei $I_a \leq 1$ mA	300	V
Anodenbelastung	3	W
Schirmgitterbelastung	0,6	W
Katodenstrom	18	mA
Gitterableitwiderstand	2	MΩ
Spannung Faden/Schicht		
bei der EF 93	50	V
bei der HF 93	100	V
Kapazität Gitter 1/Anode	0,002	pF



	A	B	C
Bei getrennten Antennen		•	•
Dipol für AM und FM	•		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
UKW					•		•		•	•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		
KW	•			•			•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•				•	•	
MW		•			•	•			•		•			•	•		•		•	•			•		•		•		•				•	•	
LW			•		•		•	•			•			•		•	•		•		•	•			•		•		•				•	•	
TA					•		•		•		•			•			•		•		•		•		•		•		•				•		•

Bild 60. Schaltung des Lorenz-Schaub-Superhets „Lichtenstein"



fahren, als die Gitter-Anoden-Kapazität von 0,0035 pF auf 0,002 pF herabgesetzt worden ist. Bei höherer Güte der Zf-Kreise, wie sie durch die Verringerung der FM-Bandbreite von 400 auf 300 kHz notwendig geworden ist, wird durch Verringerung der koppelnden Kapazität zwischen Gitter- und Anodenkreis Schwingneigung vermieden. Die gleichen Gründe haben zur Schaffung der Pentoden EF 89 und UF 89 geführt.

Die neue Ausführung der Röhre EF 93 kann ohne weiteres zur Ersatzbestückung anstelle der älteren Ausführung herangezogen werden; im umgekehrten Falle kann der Zf-Verstärker schwingen, so daß nur die neuere Ausführung unter allen Umständen zu befriedigenden Ergebnissen führt. Als Anwendungsbeispiel für die Regelpentode EF 93 im Zf-Verstärker möge die in **Bild 60** wiedergegebene Schaltung des Lorenz-Schaub-Empfängers „Lichtenstein" dienen.

EF 94; HF 94

Die Pentoden EF 94 und HF 94 der Miniaturröhren-Serie sind von Lorenz längere Zeit unter ihrer amerikanischen Bezeichnung 6 AU 6 und 12 AU 6 herausgebracht worden. Es handelt sich um Pentoden mittlerer Steilheit, die als UKW-Vorröhren, aber auch als Nf-Spannungsverstärkerröhren dienen können. Für ihre Benutzung vor der UKW-Misch- und Oszillatorstufe gibt die Schaltung des Lorenz-Schaub-Empfängers „Lichtenstein" in Bild 60 ein Beispiel.

Zur Nf-Spannungsverstärkung hat die Pentode EF 94 in den Lorenz-Schaub-Empfängern „Westminster" eine interessante Anwendung in Verbindung mit einem Verhältnisdetektor gefunden (**Bild 61**). Die Widerstände R_9, R_8, R_5, R_6, R_7 bilden

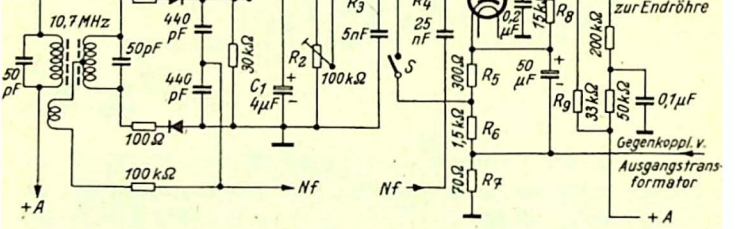


Bild 61. Pentode EF 94 als Nf-Spannungsverstärkerröhre, die durch das Bremsgitter am Schwundausgleich teilnimmt. Zur Unterdrückung des Rauschens zwischen den Sendern ist der Ladekondensator des Verhältnisdetektors mit dem Steuergitter verbunden (Schaub-Westminster)

EF 94, HF 94

EF 94 = 6 AU 6, HF 94 = 12 AU 6

Heizdaten	EF 94	HF 94	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,3	0,15	A

Betriebsdaten als Hf- und Zf-Verstärker, Pentodenschaltung
Gitter 3 mit Katode verbunden

Betriebsspannung	250	250	200	200	100	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	22	39	12		12		kΩ
Schirmgitterspg.				150		100	V
Katodenwiderstand	68	100	68	66		140	Ω
Gittervorspannung	—1	—1	—1	—1	—1	—1	V
Anodenstrom	10,8	7,6	10,6	10,8	3,2	5,2	mA
Schirmgitterstrom	4,3	3	4,2	4,3	1,4	2	mA
Steilheit	5,2	4,5	5,2	5,2	3,1	3,9	mA/V
Innenwiderstand	1	1,5	1	1	0,4	0,5	MΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz	1,3	1,4	1,3	1,3	1,8	1,6	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	kΩ

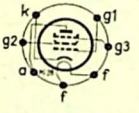
Betriebsdaten der EF 94 in Triodenschaltung,
g 2 und g 3 mit a verbunden

Anodenspannung	250	V
Katodenwiderstand	330	Ω
Gittervorspannung	—4	V
Anodenstrom	12,2	mA
Steilheit	4,8	mA/V
Verstärkungsfaktor	36	
Innenwiderstand	7,5	kΩ

Betriebsdaten als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung,
R_a = 100 kΩ, R_{g1} = 0,7 MΩ

Betriebsspannung	250	200	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	225	200	200	kΩ
Katodenwiderstand	800	0	0	Ω
Gittervorspannung		—2,6	—1,4	V
Verstärkung	155	132	112	fach
Klirrfaktor bei $U_{a\sim eff}$ = 10 V	2,5	2,8	3,5	%

Grenzdaten (Maximalwerte)



EF 94
HF 94

Anodenspannung	300	V
Schirmgitterspannung	150	V
Anodenbelastung	3	W
Schirmgitterbelastung	0,65	W
Katodenstrom	20	mA
Gitterableitwiderstand	2	MΩ
Spannung Faden/Schicht		
bei der EF 94	50	V
bei der HF 94	100	V
Widerstand Faden/Schicht	10	kΩ
Kapazität Gitter 1/Anode	0,0035	pF

einen Spannungsteiler, von dem sowohl die Schirmgitterspannung als auch die positive Spannung abgenommen wird, um die das Steuergitter negativ vorgespannt erscheint. Diese Vorspannung ist so hoch, daß die Röhre kaum verstärkt. Sie kann daher nicht das Rauschen verstärken, das sich beim Einstellen im UKW-Bereich zwischen den Sendern ergibt. Fällt aber ein Träger ein, so lädt sich der Ladekondensator (C_1) des Verhältnisdetektors mit der eingezeichneten Polarität auf. Durch das Potentiometer R_2 kann von dieser Spannung ein beliebiger Teil abgenommen werden, der gegenpolig zu der am Steuergitter der Röhre EF 94 liegenden Vorspannung wirksam wird. Die negative Vorspannung des Gitters wird herabgesetzt und die Röhre verstärkt nun. Die Schaltung ergibt also automatische Stummabstimmung bei UKW-Empfang und vermeidet das störende Rauschen zwischen den Sendern. Durch den Schalter S kann diese Stummabstimmung außer Betrieb gesetzt werden, indem dem Steuergitter jetzt eine niedrigere negative Spannung zugeführt wird.

EF 95 Heizung 6,3 V, 0,175 A EF 95 = 6 AK 5

Katode an zwei Sockelstifte geführt, Gitter vergoldet. Gitter 3 und innere Abschirmung sind mit Katode verbunden. Steile Hf-Pentode mit geringer Heizleistung für UKW-Vorstufen und Breitbandverstärker bis zu 400 MHz. Steilheit 5 mA/V, Durchgriff = 4 %.

EF 96 Heizung 6,3 V, 0,3 A EF 96 = 6 AG 5

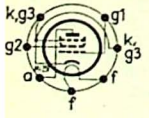
Steile Hf-Pentode für Anfangsstufen von Breitbandverstärkern bis zu 400 MHz. S = 5 mA/V, D = 2,8 %.

EF 800 Heizung 6,3 V, 0,3 A

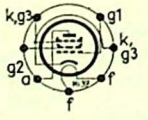
Langlebensröhre. System, Daten und Sockelschaltung der EF 80

EF 802 Heizung 6,3 V, 0,3 A

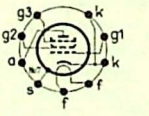
Langlebensröhre = EF 800 ohne Abschirmung. Hierdurch kleine Ausgangskapazität (1,8 pF). Steile, rauscharme (r_{ii} = 1 kΩ) Pentode für Breitbandverstärker bis 30 MHz.



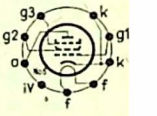
EF 95



EF 96



EF 800



EF 802

EK 90; HK 90

Die Heptoden EK 90 und HK 90 entsprechen den Pentagrid-Converter-Röhren 6 BE 6 und 12 BE 6 der Miniaturröhrenserie. Sie würden im vorliegenden Zusammenhang nicht interessieren, wenn die Röhre EK 90 in dem Schaub-Lorenz-Empfänger „Lichtenstein" nicht im UKW-Teil verwendet

EK 90, HK 90

EK 90 = 6 BE 6, HK 90 = 12 BE 6

	EK 90	HK 90	
Heizspannung	6,3	12,6	V
Heizstrom	0,3	0,15	A

Betriebswerte als multiplikative[6] Mischröhre mit Fremderregung

Anodenspannung	250		V
Schirmgitterspannung	100		V
Ableitwiderstand von Gitter 1	20		kΩ
Strom von Gitter 1	0,5		mA
Vorspannung am Gitter 3	−1,5	−11,5	V
Anodenstrom	3	0,5	mA
Schirmgitterstrom	7,1	9,4	mA
Mischsteilheit	475	47,5	µA/V
Innenwiderstand	1		MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	190		kΩ

Betriebswerte als selbstschwingende Mischröhre mit Katodenrückkopplung

a) feste Schirmgitterspannung

Anodenspannung	250		200		100		V
Schirmgitterspannung	100		100		100		V
Ableitwiderstand von g 1	20		20		20		kΩ
Strom von g 1	0,5		0,5		0,5		mA
Vorspannung an g 3	−1	−10	−1	−9,5	−1	−6,5	V
Anodenstrom	3,3	0,6	3,2	0,75	2,8	0,9	mA
Schirmgitterstrom	6,9	9,3	7	9,1	7,4	9,2	mA
Mischsteilheit	500	50	500	50	450	45	µA/V
Innenwiderstand	1		0,8		0,5		MΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand	ca. 200		200		220		kΩ

b) gleitende Schirmgitterspannung

Betriebsspannung = Anodenspg.	200		100		V
Schirmgitter-Vorwiderstand	15		15		kΩ
Ableitwiderstand von g 1	20		20		kΩ
Strom von g 1	0,5		0,2		mA
Vorspannung an g 3	−1	−8	−1	−5,5	V
Anodenstrom	3,1	0,7	1,1	0,25	mA
Schirmgitterstrom	6,8	7,8	3	3,2	mA
Mischsteilheit	480	48	300	30	µA/V
Innenwiderstand	0,8		1		MΩ

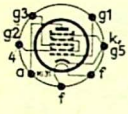
EK 90, HK 90 (Fortsetzung)

Statische Meßdaten für Röhrenprüfgeräte

Anodenspannung	100	V
Schirmgitterspannung	100	V
Spannung an g 1 und g 3	0	V
Anodenstrom + Schirmgitterstrom	25	mA
Katodenstromsteilheit	7,25	mA/V
Innenwiderstand hierbei	2,75	kΩ

Grenzdaten

Anodenspannung	max.	300	V
Schirmgitterspannung	max.	100	V
Anodenbelastung	max.	1	W
Schirmgitterbelastung	max.	1	W
Vorspannung an Gitter 3	0 ...	−50	V
Ableitwiderstand von g 3	max.	2	MΩ
Ableitwiderstand von g 4	max.	1	MΩ
Katodenstrom	max.	14	mA
Oszillatorwechselspg., eff.	max.	1,4	V
Oszillatorgitterstrom	min.	0,16	mA
Spannung Faden/Schicht	max.	50	V
Widerstand Faden/Schicht	max.	10	kΩ
Kapazität Gitter 3/Anode	max.	0,3	pF
Kapazität Gitter 1/Gitter 3	max.	0,15	pF



EK 90
HK 90

würde (Bild 60). Hier arbeitet die Röhre mit multiplikativer Mischung, wobei die Oszillatorspannung am ersten Steuergitter erscheint, die durch die Röhre EF 94 verstärkte Empfangsspannung dem zweiten Steuergitter zugeführt wird. Katode und erstes Steuergitter wirken als Oszillator in einer kapazitiven Dreipunktschaltung, wie sie sonst nur im Colpitts-Oszillator verwendet wird. Bei AM-Empfang liegen die Röhren EF 94 und EK 90 brach; dann ist die Heptode-Triode ECH 81 Misch- und Oszillatorröhre. Bei UKW-Empfang arbeitet das Heptodensystem der Röhre ECH 81 als Zf-Verstärker.

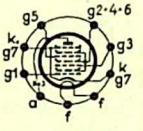
EQ 80; UQ 80

Die Nonoden EQ 80 und UQ 80, die Philips nach dem englischen Sprachgebrauch als Enneoden bezeichnet, haben in der Anfangszeit des UKW-FM-Rundfunks vielfach als FM-Demodulatoren Verwendung gefunden, doch beschränkt sich ihre Benutzung seitdem gelegentlich auf den Tonteil von Fernsehempfängern. Die Röhren verfügen über drei Steuergitter, drei Schirmgitter und ein Fanggitter. Nach **Bild 62** wird

Heizdaten	EQ 80	UQ 80	
Heizspannung	6,3	12,6	A
Heizstrom	0,2	0,1	V
Betriebsdaten als FM-Detektor und Begrenzer			
Anodenspannung	250	170	V
Schirmgitterspannung (Gitter 2, 4 und 6)	20	20	V
Steuergitter 2 und 3 (Gitter 3 und 5) bei Phasenwinkel 90 Grad zw. 2. u. 3. Steuergitter u. eff. Gitterwechselspannung von 12 Volt	—4	—4	V
Anodenstrom	0,28	0,28	mA
Schirmgitterstrom	1,5	1,5	mA
Außenwiderstand	470	330	kΩ
Gitterstrom 2. Steuergitter	0,09	0,09	mA
Gitterstrom 3. Steuergitter	0,03	0,03	mA
Innenwiderstand	5	5	MΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)		
Anodenspannung	300	V
Schirmgitterspannung	100	V
Anodenverlustleistung	0,1	W
Schirmgitterverlustleistung	0,1	W
Katodenstrom	3	mA
Gitterableitwiderstand R_{g1}	1	MΩ
Gitterableitwiderstände R_{g3} und R_{g5}	3	MΩ
Spannung Faden/Katode EQ 80	100	V
UQ 80	150	V
Widerstand Faden/Katode	20	kΩ

durch sie die Phasenlage zweier abgestimmter Kreise, die induktiv mit der vorausgehenden Zf-Verstärkerstufe verbunden sind, zur Demodulation ausgenutzt. Während das



EQ 80

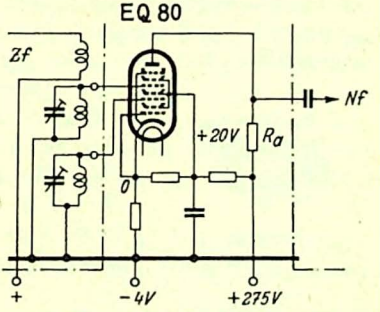


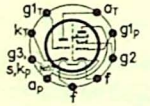
Bild 62. Nonode EQ 80 als FM-Demodulator

erste Steuergitter mit der Katode verbunden ist, ist die Spannung der miteinander verbundenen Schirmgitter so eingestellt, daß jedes der Schirmgitter den gesamten Anodenstrom aufnimmt, wenn das vorhergehende Steuergitter negative Spannung aufweist. Es kann also nur ein Elektronenstrom die Anode erreichen, wenn das zweite und dritte Steuergitter gleichzeitig positiv sind. In Verbindung mit den Frequenzabweichungen, die bei FM die Modulation darstellen, und der damit wechselnden Phasenlage der Spannung an den abgestimmten Gitterkreisen wird Demodulation und Amplitudenbegrenzung erzielt.

PCF 80 = 8 A 8; PCF 82 = 9 U 8

Heizung 9 V (PCF 80) bzw. 9,5 V (PCF 82), 0,3 A

Triode und Hf-Pentode mit getrennten Katoden, als fremderregte Mischröhre, als Bildverstärkerstufe u. a. m. in Fernsehempfängern verwendet. Bei UKW-Empfängern haben diese Röhren noch keine Anwendung gefunden, da man hier selbsterregte Mischstufen vorzieht. Beide Systeme sind gut gegeneinander abgeschirmt. Ausgangspunkt dieser Entwicklung war die amerikanische Röhre 6 U 8. Telefunken übernahm sie und stattete sie mit einem 0,3-A-Heizfaden aus. Das Triodensystem der PCF 82 (Telefunken) hat eine Steilheit von 8,5 mA/V, das Pentodensystem eine solche von 5,2 mA/V. Valvo entwickelte demgegenüber eine gleiche Type mit einer geringeren Triodensteilheit (5 mA/V) und einer höheren Pentodensteilheit (6,2 mA/V). Bei der Mischsteilheit ist der Unterschied nicht mehr so groß (PCF 80: 2,2 mA/V, PCF 82: 1,9 mA/V) im Gegensatz zur Anschwingsteilheit der Triode (PCF 80: 5,5 mA/V, PCF 82: 9 mA/V). Die PCF 80 und die PCF 82 werden jetzt von fast allen Röhrenfabriken nebeneinander gefertigt.



PCF 80
PCF 82

Die Daten der PCF 80 sind auf S. 126, die der PCF 82 auf S. 127 aufgeführt.

Abstimmanzeigeröhren

Als Abstimmanzeigeröhren werden in modernen Empfängern in erster Linie aufrechtstehende Einbereich-Abstimmanzeigeröhren verwendet, wie sie zuerst von Lorenz in Weiterentwicklung des Magischen Fächers EM 71 als Magischer Fächer EM 85 entwickelt wurden. Bei der **EM 80/UM 80** wird der Leuchtwinkel angegeben, der sich mit zunehmender Senderfeldstärke von 5...60° vergrößert. Bei der **EM 85/UM 85** wird dagegen der Schattenwinkel angegeben. Dieser verkleinert sich mit zunehmender Feldstärke von 100...0°. Bei der EM 80/UM 80 erfolgt die Vergrößerung der Leuchtfläche von der Mitte nach den Seiten hin, bei der EM 85/UM 85 dagegen von beiden Seiten nach der Mitte hin.

Bei Batterieempfängern und auch bei einigen Netzempfängern wird der Magische Strich **DM 70/DM 71** verwendet, der die Form eines Ausrufungszeichens hat. Dieses Ausrufungszeichen ist voll erleuchtet, wenn kein Sender vorhanden. Mit zunehmender Feldstärke des Senders wird der Strich immer kürzer oder verschwindet ganz. Der Punkt des Ausrufungszeichens ist bei eingeschaltetem Empfänger aber immer zu sehen und zeigt die Betriebsbereitschaft an.

Eine interessante Neuentwicklung ist die Valvoröhre **E 82 M.** Hier ist die Leuchtfläche im Innern des Glaskolbens angebracht. Die Steuerung erfolgt durch zwei gleiche Trioden, deren Anoden mit zwei Steuerstegen in Verbindung stehen. Sie wird als Anzeigeröhre bei Brückenschaltungen und kommerziellen Geräten empfohlen, wobei man durch außen aufgeklebte Masken die Anzeige dem jeweiligen Verwendungszweck anpassen kann. Da die Röhre auch gut zur Abstimmanzeige frequenzmodulierter Sender hinter dem Ratiodetektor zu verwenden ist, besteht die Möglichkeit, daß eine entsprechende Ausführung auch bei Rundfunkempfängern Verwendung findet.

Die Magische Waage vom Typ der **6 AL 7** hat in Deutschland bei Rundfunkempfängern noch keinen Eingang gefunden.

EM 80, UM 80, EM 85, HM 85, UM 85

EM 80 = 6 BR 5

Heizdaten

	EM 80	UM 80	EM 85	HM 85	UM 85	
Heizspannung . . .	6,3	19	6,3	12,6	19	V
Heizstrom	0,3	0,1	0,3	0,15	0,1	A

Meßdaten der Triode

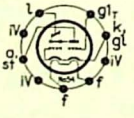
	EM 80, UM 80	EM 85	HM 85	UM 85	
Anodenspannung	100		100		V
Gittervorspannung	—5,8		—5,8		V
Anodenstrom	1,6		1		mA
Steilheit	0,8		0,6		mA/V
Verstärkungsfaktor	12		13,3		
Innenwiderstand	15		22,2		kΩ

Betriebsdaten

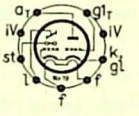
	EM 80	UM 80	EM 85	HM 85	UM 85	
Betriebsspannung	250	200	250	200	100	V
Leuchtschirm-spannung	250	200	250	200	100	V
Anodenwiderstand	0,5	0,5	0,5	0,18	0,18	MΩ
Gitterwiderstand	3	3	3	3	3	MΩ
Gittervorspannung	—1...—20	—1...—16	0...—18	0...—13	0...—5,5	V
Leuchtwinkel . . .	5°...60°	5°...60°				
Schattenwinkel . .			100°...0°	100°...0°	90°...0°	
Anodenstrom . .	0,5...0,05	0,4...0,05	0,5...0,12	1...0,4	0,5...0,2	mA
Schirmstrom . . .	2...3,6	0,57...1,6	2,1	5...7	1,7...2,4	mA

Grenzdaten (Maximalwerte bzw. obere und untere Grenze)

	EM 80	UM 80	EM 85	HM 85 UM 85	
Anodenspannung	300	250	300	300	V
Leuchtschirmspannung . . . min.	150	100	150	100	V
Leuchtschirmspannung . . . max.	100	250	300	200	V
Anodenbelastung	0,2	0,2	0,5	0,5	W
Katodenstrom	3	10	6	10	mA
Gitterableitwiderstand	3	3	3	3	MΩ
Spannung Faden/Schicht	100	150	100	150	V



EM 80
UM 80



EM 85
HM 85
UM 85

Endröhren

Wenn auch die Endröhren nicht zu den UKW-Röhren gerechnet werden können, wollen wir doch nachstehend eine Übersicht über die Daten der in UKW-Empfängern zur Anwendung kommenden Endröhren-Typen geben.

EL 84

Heizdaten — EL 84 = 6 BQ 5

Heizspannung	6,3 V
Heizstrom	0,76 A

Betriebsdaten als Einfach-A-Verstärker, zugleich Meßdaten

Anodenspannung	250		250		250		V
Schirmgitterspannung	250		250		210		V
Katodenwiderstand	135		210		160		Ω
hierbei Gittervorspannung	—7,3		—8,4		—6,4		V
Außenwiderstand	5,2		7		7		kΩ
Gitterwechselspannung	0	4,3	0	3,5	0	3,4	V eff
Anodenstrom	48	49,5	36	36,8	36	36,6	mA
Schirmgitterstrom	5,5	10,8	4,1	8,5	3,9	7,3	mA
Steilheit	11,3		10		10,4		mA/V
Schirmgitter-Verstärkungsfaktor	19		19		19		
Innenwiderstand	40		40		40		kΩ
Sprechleistung	0	5,7	0	4,2	0	4,3	W
hierbei Klirrfaktor		10		10		10	%

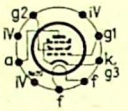
Zwei Röhren in Gegentakt-AB-Schaltung

Anodenspannung	250		300		V
Schirmgitterspannung	250		300		V
gemeinsamer Katodenwiderstand	130		130		Ω
hierbei Gittervorspannung	—9		—10,4		V
Außenwiderstand zwischen beiden Anoden	8		8		kΩ
Gitterwechselspannung, eff.	0	8	0	10	V
Anodenstrom	2×31	2×37,5	2×36	2×46	mA
Schirmgitterstrom	2×3,5	2×7,5	2×4	2×11	mA
Sprechleistung	0	11	0	17	W
hierbei Klirrfaktor		3		4	%

Zwei Röhren in Gegentakt-B-Schaltung

Anodenspannung	250		300		V
Schirmgitterspannung	250		300		V
Gittervorspannung	—11,6		—14,7		V
Außenwiderstand zwischen beiden Anoden	8		8		kΩ
Gitterwechselspannung, eff.	0	2×8	0	2×10	V
Anodenstrom	2×10	2×37,5	2×7,5	2×46	mA
Schirmgitterstrom	2×1,1	2×7,5	2×0,8	2×11	mA
Sprechleistung	0	11	0	17	W
hierbei Klirrfaktor		3		4	%

Grenzdaten (Maximalwerte)	bei Netzempfängern	U_f über Wechselrichter vom Akku	
Anodenspannung	300	250	V
Schirmgitterspannung	300	250	V
Anodenverlustleistung	12	9	W
Schirmgitterbelastung		2	W
bei voller Aussteuerung		4	W
Katodenstrom		65	mA
Gitterableitwiderstand			
bei automatisch. Vorspannung		1	MΩ
bei fester Vorspannung		0,3	MΩ
Spannung Faden/Schicht		100	V



EL 84

Für Allstrombetrieb wäre eine Endröhre mit den Daten der EL 84 nicht geeignet; die Sprechleistung bei U_a = 100...200 V wäre zu gering. Es wurde deshalb die **UL 84** mit einem bedeutend größeren Schirmgitterdurchgriff ausgestattet, so daß man auch hier eine Sprechleistung von 5,6 W bei U_a = 170 V erhalten kann.

EL 90, HL 90

EL 90 = 6 AQ 5; HL 90 = 19 AQ 5

Heizdaten	EL 90	HL 90	
Heizspannung	6,3	19	V
Heizstrom	0.45	0,15	A

Betriebsdaten als Einfach-A-Verstärker, zugleich Meßdaten

Anodenspannung	250	200	100	V
Schirmgitterspannung	250	200	100	V
Katodenwiderstand	250	360	420	Ω
hierbei Gittervorspannung	—12,5	—12	—6	V
Anodenstrom	45	28	12,5	mA
Schirmgitterstrom	4,5	5,6	1,7	mA
Steilheit	4,1	3,5	2,6	mA/V
Innenwiderstand	52	80	85	kΩ
Außenwiderstand	5	5	7	kΩ
Sprechleistung	4.5	3	0,5	W
hierbei Klirrfaktor	7,5	10	10	%
hierbei Gitterwechselspannung	8,8	8,5	3,8	V

Zwei Röhren in Gegentakt-A-Schaltung	als Pentode	als Triode	
Anodenspannung	250	250	V
Schirmgitterspannung	250		V
gemeinsamer Katodenwiderstand	120	150	Ω
hierbei Gittervorspannung ca.	—13	—13,5	V
Anodenstrom	2×47	2×45	mA
Schirmgitterstrom	2×4,75		mA
Außenwiderstand zwisch. beiden Anoden	10	4	kΩ
Sprechleistung	9	1,7	W
hierbei Klirrfaktor	2,5	0.4	%
hierbei Gitterwechselspannung von Gitter zu Gitter, eff.	18	19,2	V

EL 90, HL 90

Grenzdaten (Maximalwerte)

EL 90
HL 90

Anodenspannung	250	V
Schirmgitterspannung	250	V
Anodenverlustleistung	12	W
Schirmgitterbelastung bei voll. Ausst.	2	W
Katodenstrom	56	mA
Gitterableitwiderstand	0,5	MΩ
Spannung Faden/Schicht		
bei der EL 90	50	V
bei der HL 90	150	V
Widerstand Faden/Schicht	5	kΩ

EL 41, EL 42

Heizdaten

	EL 41	EL 42	
Heizspannung	6,3	6,3	*V*
Heizstrom	0,71	0,2	*A*

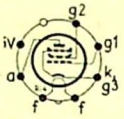
Betriebsdaten als Einfach-A-Verstärker, zugleich Meßdaten

	EL 41	EL 42	EL 42	
Anodenspannung	250	225	200	V
Schirmgitterspannung	250	225	200	V
Katodenwiderstand	170	360	360	Ω
hierbei Gittervorspannung	—7	—11	—9,4	V
Anodenstrom	36	26	22,5	mA
Schirmgitterstrom	5,2	4,1	3,5	mA
Steilheit	10	3,2	3,2	mA/V
Schirmgitter-Verstärkungsfaktor	22	11	11	
Innenwiderstand	40	90	90	kΩ
Außenwiderstand	7	9	9	kΩ
Sprechleistung	3,9	2,8	2,1	W
hierbei Klirrfaktor	10	12	11	%
hierbei Gitterwechselspannung, eff.	3,8	8	6,8	V

Zwei Röhren in Gegentakt-AB-Schaltung

	EL 41		EL 42		EL 42		
Anodenspannung	250		250		200		V
Schirmgitterspannung	250		250		200		V
gemeinsamer Katodenwiderstand	85		310		310		Ω
Außenwiderstand von Anode zu Anode	7		15		15		kΩ
Gitterwechselspannung, eff.	0	5,6	0	12,5	0	9,6	V
Anodenstrom	2×36	2×39,5	2×20	2×21,5	2×16	2×17	mA
Schirmgitterstrom	2×5,2	2×8	2×3,2	2×6,7	2×2,6	2×5,6	mA
Sprechleistung	0	9,4	0	7	0	4,1	W
hierbei Klirrfaktor		4,6		5,5		5,5	%

Grenzdaten (Maximalwerte)



		EL 41	EL 42	
	Anodenspannung	300	300	V
	Schirmgitterspannung	300	300	V
	Anodenverlustleistung	9	6	W
	Schirmgitterbelastung	1,4	1	W
	Schirmgitterbelast. b. voll. Ausst.	3,3	2	W
	Katodenstrom	55	35	mA
EL 41	Gitterableitwiderstand	1	2	MΩ
EL 42	Spannung Faden/Schicht	100	100	V
UL 41	Widerstand Faden/Schicht	20	20	kΩ

PL 82, UL 41

PL 82 = 16 A 5

Heizdaten

	PL 82	UL 41	
Heizspannung	16,5	45	V
Heizstrom	0,3	0,1	A

Betriebsdaten als Einfach-A-Verstärker, zugleich Meßdaten

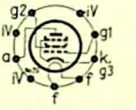
Betriebsspannunng = Anodenspannung	200	170	100	V
Schirmgitter-Vorwiderstand	680			Ω
Schirmgitterspannung		170	100	V
Katodenwiderstand	260	165	165	Ω
hierbei Gittervorspannung	—13,9	—10,4	—5,7	V
Anodenstrom	45	53	29	mA
Schirmgitterstrom	8,5	10	5,5	mA
Steilheit	7,6	9	8	mA/V
Schirmgitter-Verstärkungsfaktor	10	10	10	
Innenwiderstand	24	20	18	kΩ
Außenwiderstand	4	3	3	kΩ
Sprechleistung	4,2	4	1,35	W
hierbei Klirrfaktor	10	10	10	%
hierbei Gitterwechselspannung, eff.	7	6	3,75	V

Zwei Röhren in Gegentakt-AB-Schaltung

Anodenspannung	200		170		100		V
Schirmgitterspannung	200		170		100		V
gemeinsamer Katodenwiderstand	135		100		100		Ω
hierbei Gittervorspannung ca.	—14,5		—13,4		—5,7		V
Außenwiderstand zwischen den Anoden	4		4		4		kΩ
Gitterwechselspannung, eff.	0	2×13,5	0	2×9,3	0	2×4,6	V
Anodenstrom	2×45	2×52	2×46	2×50	2×24	2×27	mA
Schirmgitterstrom	2×8,5	2×19	2×8,7	2×19	2×4,6	2×6,8	mA
Sprechleistung	0	12	0	9	0	2,2	W
hierbei Klirrfaktor		5		5		3,5	%

Grenzdaten (Maximalwerte)

Anodenspannung	250	V
Schirmgitterspannung	250	V
Anodenverlustleistung	9	W
Schirmgitterbelastung: PL 82	2,5	W
UL 41	1,75	W
UL 41 ausgesteuert	4	W
Katodenstrom	75	mA
Gitterableitwiderstand bei automatischer Vorspannung	1	MΩ
bei fester Vorspannung	0,4	MΩ
Spannung Faden/Schicht bei der PL 82	200	V
bei der UL 41	150	V
Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ



PL 82

PL 81

PL 81 = 21 A 6

Heizdaten

Heizspannung	21,5	V
Heizstrom	0,3	A

Kenndaten

Anodenspannung	200	170	V
Schirmgitterspannung	200	170	V
Gittervorspannung	−28	−22	V
Anodenstrom	40	45	mA
Schirmgitterstrom	2,8	3	mA
Steilheit	6	6,2	mA/V
Schirmgitterdurchgriff	18	18	%
Innenwiderstand	11	10	kΩ

Betriebsdaten für 2 Röhren in Gegentakt-B-Schaltung

Anodenspannung	200		170		V
Schirmgitterbetriebsspannung	200		170		V
Gemeinsamer Schirmgitter-Vorwiderstand	1		1		kΩ
Gittervorspannung, fest	−31,5		−27		V
Außenwiderstand von Anode zu Anode	2,5		2,5		kΩ
Gitterwechselspannung, effektiv	0	22,5	0	19	V
Anodenstrom	2×25	2×87	2×20	2×73	mA
Schirmgitterstrom	2×2,0	2×12,5	2×1,5	2×10	mA
Sprechleistung	0	20	0	13,5	W
Klirrfaktor hierbei		5,5		5,5	%

Grenzdaten (Maximalwerte)

Anodenspannung	250	V	Schirmgitterbelast. während der Anheizzeit der Katode	6	W
Schirmgitterspannung	250	V	Katodenstrom	180	mA
Anodenverlustleistung	8	W[1])	Spannung Faden/Schicht	200	V
Schirmgitterbelastung	4,5	W[1])	Widerstand Faden/Schicht	20	kΩ

[1]) Anodenverlustleistung + Schirmgitterbelastung dürfen zusammen nicht mehr als 10 W betragen.

Heizdaten

Heizspannung	9	V
Heizstrom	0,3	A

Kenndaten

PCF 80
PCF 82

	Triode	*Pentode*	
Anodenspannung	100	170	V
Schirmgitterspannung		170	V
Gittervorspannung	—2	—2	V
Anodenstrom	14	10	mA
Schirmgitterstrom		3	mA
Steilheit	5	6,2	mA/V
Verstärkungsfaktor	20		
Schirmgitterdurchgriff		2,1	%
Innenwiderstand	4	400	kΩ

Betriebsdaten als fremderregte, additive Mischstufe

	Triode als Oszillator	*Pentode als Mischröhre*	
Betriebsspannung	170		V
Anodenvorwiderstand	8		kΩ
(Anodenspannung	60	170	V)
Schirmgitterspannung		170	V
Katodenwiderstand	0	330	Ω
Gitterableitwiderstand	10	100	kΩ
Gitterstrom		25	µA
Oszillatorwechselspannung, eff.		3,5	V
Anodenstrom	14	6,5	mA
Schirmgitterstrom		2	mA
Anschwingsteilheit	5,5		mA/V
Mischsteilheit		2,2	mA/V
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz ca.		5	kΩ
Äquivalenter Rauschwiderstand		11	kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)

	Triode	*Pentode*	
Anodenspannung	250	250	V
Schirmgitterspannung			
bei $I_k \leq 10$ mA		200	V
bei $I_k > 10$ mA		175	V
Anodenbelastung	1,5	1,7	W
Schirmgitterbelastung		0,5	W
Katodenstrom	14	14	mA
Gitterableitwiderstand	0,5	1	MΩ
Spannung Faden/Schicht	90		V
Kapazität Gitter 1/Anode		0,025	pF

PCF 82

Heizdaten — PCF 82 = 9 U 8

Heizspannung	9,5	V
Heizstrom	0,3	A

Betriebsdaten der Pentode als Hf-Verstärker und Kenndaten

	Triode	*Pentode*	
Anodenspannung	150	170...250	V
Schirmgitterspannung		110	V
Katodenwiderstand	56	68	Ω
Gittervorspannung	—1	—0,9	V
Anodenstrom	18	10	mA
Schirmgitterstrom		3,5	mA
Steilheit	8,5	5,2	mA/V
Verstärkungsfaktor	40		
Schirmgitterdurchgriff		2,9	%
Innenwiderstand	5	400	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz		4	kΩ

Betriebsdaten als fremderregte, additive Mischstufe

	Triode als Oszillator	*Pentode als Mischröhre*	
Betriebsspannung	250	250	V
Anodenvorwiderstand	20		kΩ
Anodenspannung	(136)	250	V
Schirmgittervorwiderstand		70	kΩ
(Schirmgitterspannung		110	V)
Gitterableitwiderstand	0,020	1	MΩ
Oszillatorwechselspannung, eff.	3	3	V
Gitterstrom	160	3,7	µA
Anodenstrom	5,7	5,2	mA
Schirmgitterstrom		1,9	mA
Anschwingsteilheit	9		mA/V
Mischsteilheit		1,9	mA/V
effektive Steilheit	4		mA/V
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz		10	kΩ

Grenzdaten (Maximalwerte)

	Triode		*Pentode*	
Anodenspannung	300		300	V
Schirmgitterspannung			300	V
Anodenbelastung	2,7		2,8	W
Schirmgitterbelastung			0,5	W
Katodenstrom	20		20	mA
Gitterableitwiderstand	1		1	MΩ
Spannung Faden/Schicht				
k+, f—		220		V
k—, f+		90		V
Widerstand Faden/Schicht		20		kΩ
Kapazität Gitter 1/Anode			0,01	pF
Kapazität Anode Triode/Anode Pentode		0,07		pF

Sockel siehe Seite 126

PCL 81, UCL 81

Heizdaten

	PCL 81	UCL 81	
Heizspannung	12,6	39	V
Heizstrom	0,3	0,1	A

Triodenteil als Nf-Verstärker mit RC-Kopplung

Betriebsspannung	200	200	170	170	V
Anodenwiderstand	200	100	200	100	kΩ
Gittervorspannung	—1,5	—1,5	—1,5	—1,5	V
Anodenstrom	0,5	0,8	0,35	0,65	mA
Verstärkung	43	41	43	41	fach
Durchgriff	1,8	1,8	1,8	1,8	%

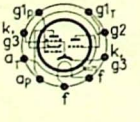
Pentode als Tonfrequenz-Endröhre

Anodenspannung	200	170	V
Schirmgitterspannung	200	170	V
Gittervorspannung	—7	—5,3	V
Anodenstrom	30	30	mA
Schirmgitterstrom	5,3	5,3	mA
Steilheit	8,75	8,75	mA/V
Innenwiderstand	22	22	kΩ
Außenwiderstand	6,7	5,7	kΩ
Sprechleistung bei k = 10 %	2,4	2	W
hierbei Gitterwechselspannung, Effektivwert	3,7	3	V
Verstärkung über beide Systeme	1900	1900	fach
Gitterwechselspannung des Triodenteils bei N~ = 50 mW, eff.	10	10	mV

Die Röhrenfassung soll eine Abschirmung erhalten, die den unteren Teil der Röhre umgibt und an Masse liegt.

Grenzdaten

	Triode	*Pentode*	
Anodenspannung	250	250	V
Schirmgitterspannung		250	V
Anodenbelastung	1	6,5	W
Schirmgitterbelastung		1,5	W
Schirmgitterbelastung bei voller Aussteuerung		2	W
Katodenstrom	8	45	mA
Gitterableitwiderstand	1,5	1,2	MΩ
Gitterwiderstand für Wechselstrom	0,5		MΩ
Spannung Faden/Schicht	220		V
Widerstand Faden/Schicht	20		kΩ



PCL 81, UCL 81

Gesamtverzeichnis der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

✱ *Auch als Ganzleinen-Taschenband erhältlich.*

1 Die U-Röhren-Reihe mit Außenkontaktsockel und ihre Schaltungen

2/2a Die UKW-Röhren und ihre Schaltungen

3 UKW-FM-Rundfunk in Theorie und Praxis

4 UKW-Empfang mit Zusatzgeräten

5 Superhets für UKW-FM-Empfang

6 Antennen für Rundfunk- und UKW-Empfang

7 Neuzeitliche Schallfolienaufnahme

8 Vielseitige Verstärkergeräte für Tonaufnahme und Wiedergabe

9 Magnetbandspieler-Praxis

10/10a Magnetbandspieler-Selbstbau

11 Mikrofone. Aufbau, Verwendung und Selbstbau

12 Röhrenmeßgeräte in Entwurf und Aufbau

13 Schliche und Kniffe für Radiopraktiker

14 Geheimnisse der Wellenlängen

15 Moderne Zweikreisempfänger

16 Widerstandskunde für Radio-Praktiker

17 Prüfsender für UKW-Empfänger (UKW-Meßgeräte Teil I)

18/19 Radio-Röhren

20 Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern

21 Funktechniker lernen Formelrechnen, Band I

✱22/23 Lehrgang Radiotechnik, Teil I

✱24/25 Lehrgang Radiotechnik, Teil II

26 Tonstudio-Praxis

27/27a Rundfunkempfang ohne Röhren

28 Die Glimmröhre und ihre Schaltungen

29/30 Kleines ABC der Elektroakustik

31/32 Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure, Teil I

33 Röhrenvoltmeter

34 Einzelteilprüfung

35 Wegbereiter der Funktechnik

36 Die Prüfung des Zwischenfrequenz-Verstärkers und Diskriminators beim UKW-Empfänger (UKW-Meßgeräte, Teil II)

37/38 Fehlersuche durch Signalverfolgung und Signalzuführung

39/40 Die Fernsehröhren und ihre Schaltungen

41 Kurzwellenempfänger für Amateure

42 Funktechniker lernen Formelrechnen, Band II

43 Musikübertragungs-Anlagen

44 Kurzwellen-Amateurantennen für Sendung und Empfang

45/46 UKW-Sender- und Empfänger-Baubuch für Amateure

47 Moderne Reiseempfänger

48 Kleines Praktikum der Gegenkopplung

49 UKW-Hand-Sprechfunk-Baubuch

50 Praktischer Antennenbau

51 Fernseh-Bildfehler-Fibel

✱52/54 Kleine Fernsehempfangs-Praxis

55/56 Fernsehtechnik von A bis Z

57 Tönende Schrift

58 Morselehrgang

59 Funk-Entstörungs-Praxis

60 Die Widerstand-Kondensator-Schaltung

61 Nomogramme als Hilfsmittel für den Funktechniker

62 Englisch für Radiopraktiker

✱63/65 Moderne Schallplattentechnik

66/67 Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure, Teil II

✱68/70 Formelsammlung für den Radio-Praktiker

✱71 Bastelpraxis, Band I

72/73 Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen

74 Einkreis-Empfänger

75 So gleicht der Praktiker ab

✱76 Bastelpraxis, Band II

77 Der Selbstbau von Meßgeräten für die Funkwerkstatt

78 Schwebungssummer

✱79/79a Bastelpraxis, Band III

80/80a Das Spulenbuch

✱81/83 Elektrische Grundlagen der Radiotechnik

84 Fernsehantennen-Praxis

Technikus-Bücherei

die vielseitige Schwester der Radio-Praktiker-Bücherei

Wer die Hefte der RPB liest, wird auch an den Bänden der „Technikus-Bücherei" seine Freude haben. Sie sind immer interessant, behandeln aktuelle technische Themen und erweitern das Blickfeld jedes an der modernen Technik Interessierten.

Die „TECHNIKUS-BÜCHEREI" des Franzis-Verlages baut auf den Erfahrungen und Erfolgen der „Radio-Praktiker-Bücherei" auf, nur beschränkt sie sich nicht auf ein bestimmtes Fachgebiet, sondern sie wählte sich die gesamte Technik als Arbeitsfeld. Gefällige und handliche, leicht mitzuführende und rasch zwischendurch zu lesende Taschenbände unterrichten über besonders aktuelle Teilgebiete der Technik, über die dem allgemein interessierten Leser nur vereinzelt leichter zugängliche Literatur zur Verfügung steht. Zu diesen in besonderem Maße aktuellen Themen sollen im Laufe der Zeit auch solche technischen Gebiete hinzugenommen werden, die ihrer Bedeutung nach eine allgemeine Kenntnis als wünschenswert erscheinen lassen. Die TECHNIKUS-BÜCHER sind so billig, daß sie von allen gekauft und gelesen werden können, die keine großen Beträge für technische Literatur aufwenden können.

Die bisher erschienenen TECHNIKUS-BÜCHER:

Nr. 1 **Elektronik und was dahinter steckt.** *Von Herbert G. Mende.*
96 Seiten mit 57 Bildern.

Nr. 2 **Werkstoffe aus der Retorte.** Eine Einführung in die Kunststoff-Technik.
Von Dr. J. Hausen. 96 Seiten mit 35 Bildern und 12 Tabellen.

Nr. 3 **Das Fahrrad und was dahinter steckt.** *Von Karl Ernst Wacker.*
96 Seiten mit 65 Bildern.

Nr. 4 **Das Buch von der Kamera.** *Von Herbert G. Mende*
96 Seiten mit über 35 Bildern.

Nr. 5 **Wege zur Farbenfotografie.** *Von Heinrich Kluth.*
96 Seiten mit 23 Bildern und 2 Farbtafeln.

Nr. 6 **Der Weg zum Patent.** Das Wichtigste für die Anmeldung eines Patentes, Gebrauchsmusters, Warenzeichens und Geschmacksmusters und für das Verfahren vor dem Patentamt. *Von Dipl.-Ing. Helmut Pitsch.*
96 Seiten mit 3 Bildern und vielen Beispielen.

Nr. 7 **Die Wünschelrute und was dahinter steckt.** *Von Herbert G. Mende.*
96 Seiten mit 15 Bildern und vielen Tabellen.

Nr. 8 **Die physikalischen Grundlagen der Musik.** *Von Dr. Hans Schmidt.*
96 Seiten mit 26 Bildern.

Nr. 9 **Das elektronische Foto-Blitzgerät.** *Von Gerd Bender.*
96 Seiten mit 46 Bildern und 7 Tabellen.

Jeder Band 96 Seiten stark mit mehrfarbigem Umschlag und Leinenrücken kostet 2,20 DM.

Bezug durch den Buch- und Fachhandel und vom

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN